

SKRIPSI

ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGUNAKAN METODE CTM (CELL TRANSMISSION MODEL) PADA RUAS JALAN BASUKI RAHMAT

*(Study Kasus : Persimpangan Jalan Basuki Rahmat, Jalan Semeru dan Jalan Kahuripan,
kecamatan Klojen, Kota Malang)*



Di Susun Oleh :

DWIRAPI TIRTO BABBA

13.21.096

**JURUSAN TEKNIK SIPIL S-I
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
JL., Bendungan Sigura-Gura No.2 Tlpn.551951 – 551431
MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Dwirapi Tirto Babba**
NIM : **13.21.096**
Program Studi : **Teknik Sipil S-1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
MENGUNAKAN METODE CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*)
PADA RUAS JALAN BASUKI RACHMAT”**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang,.....September 2017

Yang membuat pernyataan



(Dwirapi Tirto Babba)

13.21.096

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI


**“ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN
METODE CTM (CELL TRANSMISSION MODEL) PADA RUAS JALAN
BASUKI RACHMAT”**

*Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Senin, 7 Agustus 2017
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*


Disusun Oleh :
Dwirapi Tirto Babba
13.21.096

Disahkan Oleh :

Ketua


Ir. A. Agus Santosa, MT.
NIP.Y.1018700155

Sekretaris


Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I


Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Dosen Penguji II


Drs. Kamidjo Raharjo, ST. MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

"ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*) PADA RUAS JALAN BASUKI RACHMAT "

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Jurusan Teknik Sipil Strata Satu S-I

Disusun Oleh :

Dwirapi Tirto Babba

13.21.096

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT


Ir. Togi H Nainggolan, MS

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**




Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2017

ABSTRAK

ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*) PADA RUAS JL. BASUKI RACHMAT

Dwirapi Tirto Babba (13.21.096)

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Nusa Sebayang.,MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Togi H. Nainggolan., MS

Jl. Basuki Rahmat memiliki kondisi Derajat Kejenuhan (DS) jalan yang berubah-ubah. Derajat Kejenuhan (DS) biasa mengalami kondisi under satu rated dan over satu rated. Sehingga dalam pemodelannya tidak dapat menggunakan metode MKJI 1997. Dalam kondisi over satu rated akan mengakibatkan data yang eror jika menggunakan MKJI 1997. *Cell Transmission Model* (CTM) merupakan metode yang masih sangat baru bagi Indonesia. Metode CTM memiliki kelebihan yang tidak di miliki oleh Metode MKJI. Metode CTM mampu menghitung Derajat Kejenuhan yang mengalami over satu rated. Sehingga metode CTM akan menjadi solusi transportasi Indonesia khusus nya di jalan Basuki Rahmat yang memiliki Derajat Kejenuhan Over satu rated.

Pengumpulan data dapat di lakukan dengan melakukan survey pada jalan Basuki Rahmat. Yang pertama ialah terhadap volume lalu lintas untuk mengetahui jam puncak pada lokasi. Tahap kedua mencari kecepatan rata-rata kendaraan dengan menggunakan 2 buah *handycam*. Tahap ketiga dengan menggunakan 3 *handycam* untuk mengetahui isi sel dan panjang antrian. Sehingga pemodelan pada metode CTM dapat di lakukan dapat dilakukan dengan data yang telah di peroleh

Dalam mengetahui keakuratan metode CTM perlu di lakukannya perbandingan panjang antrian dan tundaan dengan data yang sebenarnya (*real*) dan juga metode MKJI 1997. Dari data penelitian yang telah di peroleh menunjukkan bahwa metode CTM lebih akurat di bandingkan dengan metode MKJI. Data antrian yang di peroleh adalah sebagai berikut. data lapangan: 176 meter, metode CTM: 176 meter dan metode MKJI: 79.86 meter. Dari data di atas menunjukkan mengalami perbandingan yang sangat jauh di bandingkan dengan data lapangan. Sedangkan metode CTM memiliki panjang antrian yang sama persis dengan panjang antrian di lapangan.

Kata kunci : Metode *Cell Transmission Model* dan *Simpang Bersinyal*.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Dan Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup Masalah	4
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1 Studi-Studi Sebelumnya.....	5
2.2 Pengertian Persimpangan	6
2.3 Jenis-jenis Persimpangan	7

2.4 Simpang Bersinyal	7
2.5 Karakteristik Lalulintas	9
2.6 <i>Cell Transmission Model</i>	9
2.6.1 Pengertian <i>Cell Transmission Model</i>	9
2.6.2 Premis Dasar	10
2.6.3 Pemodelan pergerakan lalu lintas menggunakan CTM	10
2.6.4 Perumusan besar tundaan	12
2.6.4 Manual Kapasitas Jalan Indonesia	13
BABIII. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Lokasi Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat Penelitian.....	23
3.2.2 Bahan Penelitian.....	24
3.2 Tahapan Penelitian	25
BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	28
4.1 Data hasil survei	28
4.1.1 Dimensi Geometrik dan Waktu Sinyal Simpang Bersinyal.....	28
4.1.2 Data Volume Lalu lintas	31
4.1.3 Data Volume Lalu Lintas Tiap Sel.....	42
4.2 Analisa dan Pembahasan.....	57
4.2.1 Prediksi Tundaan Hasil Pemodelan	57
4.2.2. Pemodelan CTM	63
4.2.3. Antrian dan Tundaan Simpang.....	65
4.2.3.1 Antrian dan Tundaan Data Survey(Real).....	65

4.2.3.2 Antrian dan Tundaan Metode CTM.....	72
4.2.3.2 Antrian dan Tundaan Metode MKJI 1997	87
4.2.3.2 Analisa Perbandingan panjang Antrian dan Tundaan.....	93
BAB V. PENUTUP	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran	97

DaftarPustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konflik-konflik pada simpang bersinyal empat lengan	9
Gambar 3.1 Lokasi Jalan Basuki Rahmat	15
Gambar 3.2 Lokasi Simpang bersinyal	16
Gambar 3.3 Panjang Antara Simpang Bersinyal.....	17
Gambar 4.1 Geometrik jln basuki rahmat, jln Brigjen slamet, jln Jaksa agung suprpto	28
Gambar 4.2 Geometrik jln basuki rahmat, jln semeru, jln kahuripan	29
Gambar 4.3 Waktu sinyal koordinasi sinyal pada simpang BCA dan simpang PLN	30
Gambar 4.4 Waktu sinyal koordinasi sinyal pada simpang PLN dan simpang BCA.....	31
Gambar 4.5 Simulasi survei dengan menggunakan <i>handycam</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.8 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_0)	15
Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu-lintas (FC_W)	15
Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP})	16
Tabel 2.11 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF})	17
Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FC_{cs})	18
Tabel 4.1 Hasil Survei Volume kendaraan Jl. Basuki Rahmat Selatan ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Utara (Lurus)	32
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Lalulintas Perarah.....	34
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Volume Jl. Basuki Rahmat Utara ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Selatan (Lurus).....	35
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan lalulintas perarah	37
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Volume Jl. Semeruke -Arah Jl. Kahuripan (Lurus)	38
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan lalulintas perarah	40
Tabel 4.7 ArusMasukSel (Q_{masuk}).....	43
Tabel 4.8 Arus Masuk Sel 7(Q_{masuk}).....	46
Tabel 4.9 Arus Masuk Sel 8(Q_{masuk}).....	50
Tabel 4.10 Data CTM BCA-PLN (Lancar).....	53
Tabel 4.11 Kecepatan Arus Lalu lintas	57
Tabel 4.12 Kapasitas Ruas Jalan Antar Simpang Bersinyal	58
Tabel 4.13 Arus Jenuh (saturation Flow) Pendekat Simpang.....	59
Tabel 4.14 Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Kantor BCA - Kantor PLN	60
Tabel 4.15 Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Kantor PLN - Kantor BCA	61
Tabel 4.16 Pemodelan CTM	64

Tabel 4.17 BCA-PLN (Lancar)	65
Tabel 4.18 Data Antrian Real BCA-PLN (Lancar)	67
Tabel 4.19 BCA-PLN (Macet)	67
Tabel 4.20 Data Antrian Real BCA-PLN (Macet)	68
Tabel 4.21 PLN-BCA (Lancar).....	68
Tabel 4.22 Data Antrian Real PLN-BCA (Lancar).....	70
Tabel 4.23 PLN-BCA (Macet).....	70
Tabel 4.24 Data Antrian Real PLN-BCA (Macet).....	71
Tabel 4.25 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Lancar	72
Tabel 4.26 Data Antrian CTM BCA-PLN (Lancar)	73
Tabel 4.27 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Lancar	74
Tabel 4.28 Data Tundaan CTM BCA-PLN (Lancar)	75
Tabel 4.29 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Macet	76
Tabel 4.30 Data Antrian CTM BCA-PLN (Macet)	77
Tabel 4.31 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Macet	78
Tabel 4.32 Data Tundaan CTM BCA-PLN (Macet)	79
Tabel 4.33 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Lancar	80
Tabel 4.34 Data Antrian CTM PLN-BCA (Lancar)	81
Tabel 4.35 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Lancar	82
Tabel 4.36 Data Tundaan CTM PLN-BCA (Lancar)	83
Tabel 4.37 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Macet	84
Tabel 4.38 Data Antrian CTM PLN-BCA (Macet)	85
Tabel 4.39 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Macet	86
Tabel 4.40 Data Tundaan CTM PLN-BCA (Macet)	87

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 jumlah kendaraan Arah Jl. Basuki Rahmat Selatan ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Utara (Lurus)	35
Grafik 4.2 jumlah kendaraan Arah Jl. Basuki Rahmat Utara ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Selatan (Lurus)	38
Grafik 4.3 jumlah kendaraan Arah Jl. Semeru ke - Arah Jl. Kahuripan (Lurus)	41

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM (CELL TRANSMISSION MODEL) PADA RUAS JALAN S. SUPRIADI** (*Study Kasus : Jalan S. Supriadi, kecamatan Sukun, Kota Malang*)”.

Penelitian ini bertujuan untuk mempraktekan teori-teori yang didapat dari bangku perkuliahan, serta untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulisan proposal skripsi ini, tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara-saudara penulis, yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr.Ir Nusa Sebayang,MT dan Bapak Ir.Togi H. Nainggolan,MS, selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar di lingkungan Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

5. Saudara Sipil 2013 dan teman-teman yang lain, terimakasih atas semua bantuan dan ide kreatif yang sangat membantu penulis.

Besar harapan penulis semoga proposal skripsi ini bermanfaat khususnya bagi pemerintah, Institusi ITN Malang, rekan-rekan teknik Sipil, dan para pembaca pada umumnya.

Malang, November 2016

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan suatu wilayah, khususnya di Kota Malang, dilatar belakangi dari berbagai aspek kehidupan, seperti perkembangan penduduk, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dinamika kegiatan ekonomi, perkembangan atau perluasan jaringan komunikasi-transportasi, dan sebagainya. Faktor-faktor tersebut akan membawa perubahan terhadap bentuk keruangan di wilayah yang bersangkutan, baik secara fisik maupun non fisik. Menurut Badan Perencanaan Pemerintah Kota Malang, perubahan tersebut jika tidak ditata dengan baik akan mengakibatkan perkembangan yang tidak terarah dan penurunan kualitas pemanfaatan ruang.

Salah satu akibat dari hal itu adalah kemacetan lalu lintas. Menurut Anonim, dalam Widhiastri, kemacetan adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan. Kemacetan banyak terjadi di kota-kota besar, utamanya yang tidak mempunyai transportasi publik yang baik atau memadai ataupun juga tidak seimbangny kebutuhan jalan dengan kepadatan penduduk. Kemacetan di daerah perkotaan ditimbulkan oleh penambahan penduduk yang semakin tinggi. Secara umum, penambahan penduduk di perkotaan diakibatkan gencarnya perpindahan penduduk dari desa ke kota.

Pertambahan penduduk yang semakin meningkat di perkotaan tentunya mengakibatkan mobilitas penduduk semakin meningkat. Apalagi saat ini banyak orang yang memiliki kendaraan pribadi untuk berpergian, baik saat bekerja maupun untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti belanja ke pasar/mall, pergi ke sekolah atau kampus, dan sebagainya. Jaringan jalan di daerah perkotaan seharusnya direncanakan mampu menampung tingginya mobilitas penduduk tersebut. Akan tetapi, akibat dari semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk dibarengi dengan kepemilikan kendaraan pribadi, jalan-jalan di daerah perkotaan tidak mampu untuk menanggulangi kemacetan.

Kemacetan lalu lintas terjadi karena beberapa faktor, seperti banyak pengguna jalan yang tidak tertib, pemakai jalan melawan arus, kurangnya petugas lalu lintas yang mengawasi, adanya mobil yang parkir di badan jalan, permukaan jalan tidak rata, tidak ada jembatan penyeberangan, dan tidak ada pembatasan jenis kendaraan. Banyaknya pengguna jalan yang tidak tertib, seperti adanya pedagang kaki lima yang berjualan di tepi jalan, dan parkir liar. Selain itu, ada pemakai jalan yang melawan arus. Hal ini terjadi karena kurangnya jumlah petugas lalu lintas dalam mengatasi jalannya lalu lintas terutama di jalan-jalan yang rawan macet. kemacetan lalu lintas memberikan dampak negatif yang sangat besar bagi penduduk, seperti pemborosan bahan bakar, terbuangnya waktu secara percuma, dan kerusakan lingkungan akibat polusi udara yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor.

Tentu saja fenomena kemacetan di Kota Malang yang setiap tahun semakin meningkat akan menjadi masalah yang serius dan akan bertambah parah di tahun-

tahun mendatang jika tidak mendapat perhatian dan penanganan yang serius. Untuk itu dalam menyikapi permasalahan yang ada penelitian ini akan mengembangkan model Cell Transmission Model (CTM), sehingga didapatkan tundaan minimal pada seluruh ruas jalan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada kawasan studi sebagaimana dapat diamati langsung antara lain :

1. Tingginya Jumlah Arus lalu lintas yang menggunakan simpang tersebut mengakibatkan panjangnya kemacetan.
2. Kapasitas Jalan yang tidak memadai mengakibatkan turunnya kecepatan kendaraan dan berdampak pada besar tundaan.
3. Menganalisa metode prediksi kinerja simpang menggunakan metode MKJI

1.3 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan membahas rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja simpang pada pendekat Utara di simpang BCA dan pendekat Selatan di simpang PLN?
2. Bagaimana Perbandingan kinerja simpang dengan menggunakan metode CTM dan MKJI yang di bandingkan dengan data sesungguhnya (real)?

1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian adalah :

a. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model transmisi sel (*cell transmission model*) dalam perambatan kendaraan pada ruas antar simpang bersinyal jl basuki rahmat, kota Malang.

b. Manfaat

Memprediksi tundaan yang dialami oleh kendaraan pada ruas jalan akibat terjadinya pengurangan kapasitas jalan pada suatu lokasi tertentu di ruas jalan tersebut yang diakibatkan oleh terjadinya kecelakaan lalu lintas ataupun akibat adanya gangguan lain yang mengakibatkan sebagian badan jalan ditutup.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Karena adanya keterbatasan waktu maka penulis membatasi studi ini. Adapun batasan-batasan masalah pada studi ini sebagai berikut:

1. Pengolahan data menggunakan metode CTM (*Cell transmission model*).
2. Volume lalu lintas berdasarkan survey yang dilakukan pada jam-jam sibuk.
3. Lokasi studi yang diambil hanyalah pada ruas jalan Basuki Rahmat (BCA-PLN dan PLN-BCA)

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Studi-Studi Sebelumnya

Penulisan tugas akhir ini berdasarkan referensi beberapa jurnal dan *website* sebelumnya, maka dengan ini penulis mengambil referensi dari beberapa jurnal dan *website* sebelumnya. Penelitian skripsi yang menjadi referensi penulis mengenai Analisis Karakteristik Pergerakan Lalu Lintas pada Jaringan Simpang Bersinyal dengan menggunakan Metode CTM (*Cell Transmission Model*) di Jalan S. Surpiadi, Kecamatan Sukun, Kota Malang. Beberapa penulisan/studi yang menjadi acuan dari penelitian ini adalah :

- a. Jurnal Pengembangan Model Optimasi Offset Sinyal Lampu Isyarat Lalu Lintas Pada Jaringan ATCS ATCS (*AREA TRAFFIC CONTROL SYSTEM*) berbentuk Grid menggunakan Model Transimission Sell (CTM).

Pada Jurnal ini, akan dikembangkan model optimasi offset sinyal pada jaringan simpang bersinyal yang berbentuk grid menggunakan model CTM, sehingga didapatkan tundaan minimal pada seluruh simpang pada ATCS tersebut.

- b. Jurnal Model Sel Transmisi (Catatan Kuliah di Teknik Dan Manajemen Lalu Lintas).

Dalam catatan kuliah ini dicatat model dan transmisi sel hidrodinamik Model dan kesetaraan mereka dibahas. Model transmisi sel dijelaskan dalam dua bagian, pertama dengan hanya sumber dan tenggelam, dan kemudian diperluas ke jaringan. Pada bagian pertama, konsep persamaan aliran kemajuan dasar CTM dan bentuk umum dari CTM disajikan. Selain itu, fenomena ketidakstabilan juga dibahas. Di segmen kedua, representasi jaringan dan topologi ditetapkan, setelah model tersebut dibahas dalam hal formulasi program linier untuk penggabungan dan divergen

- c. Jurnal Deskripsi Lalu Lintas Di Kota Malang

Pada jurnal ini membahas tentang mengetahui kondisi dan faktor-faktor yang memengaruhi kemacetan tersebut. Pengambilan data dilakukan dengan teknik *pusposive sampling* yang mana diambil beberapa titik kemacetan di Kota Malang. Dari jurnal ini penulis mendapatkan informasi penyebab kemacetan yang terjadi di kota Malang.

d. Analisa kinerja simpang bersinyal

Dari jurnal ini penulis mendapatkan informasi tentang Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan metode pendekatan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) .

2.2 Pengertian Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan.

Menurut Kementrian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya.

Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas. Pergerakan lalu lintas yang terjadi dan urutan-urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan (Sumber : C. Jotin Khisty)

Khisty menambahkan, persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan

2.3 Jenis-jenis Persimpangan

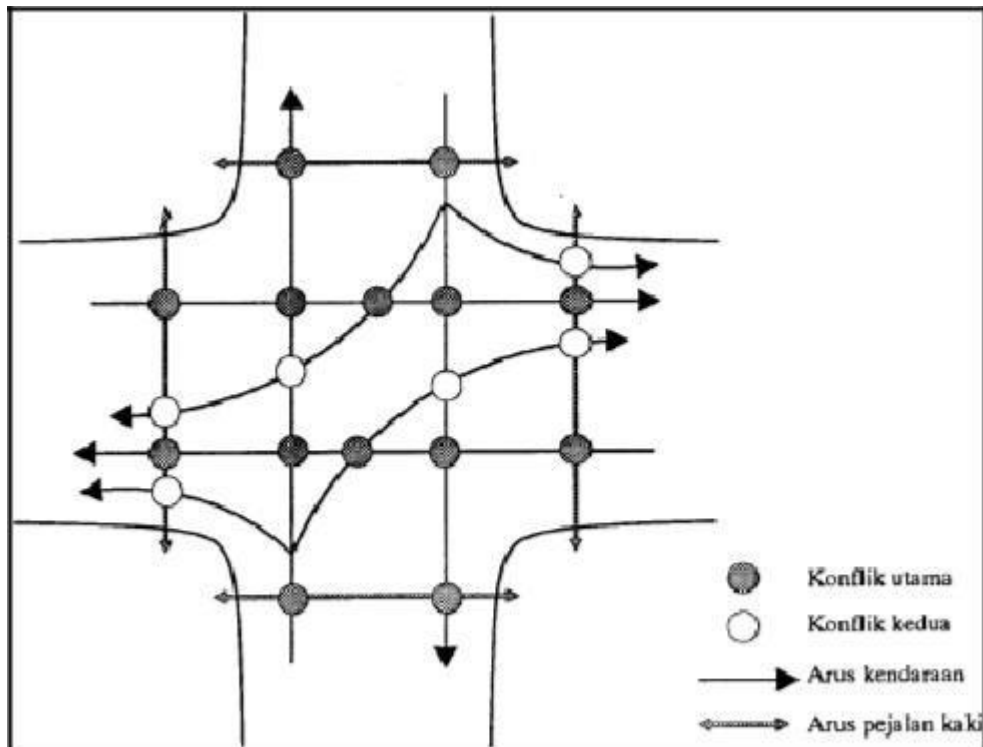
Secara umum terdapat tiga jenis persimpangan, yaitu persimpangan sebidang, pembagian jalur jalan tanpa ramp, dan simpang susun atau interchange (Sumber : Khisty). Sedangkan menurut Sumber : F.D. Hobbs, terdapat tiga tipe umum pertemuan jalan, yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang, dan kombinasi antara keduanya.

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan di mana dua jalan atau lebih bergabung pada satu bidang datar, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya (Khisty).

2.4 Simpang Bersinyal

Simpang-simpang bersinyal merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktual kendaraan terisolir. Simpang bersinyal biasanya memerlukan metode dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya.

Kapasitas simpang dapat ditingkatkan dengan menerapkan aturan prioritas sehingga simpang dapat digunakan secara bergantian. Pada jam-jam sibuk hambatan yang tinggi dapat terjadi, untuk mengatasi hal itu pengendalian dapat dibantu oleh petugas lalu lintas namun bila volume lalu lintas meningkat sepanjang waktu diperlukan sistem pengendalian untuk seluruh waktu (*full time*) yang dapat bekerja secara otomatis. Pengendalian tersebut dapat digunakan alat pemberi isyarat lalu lintas (*traffic signal*) atau sinyal lalu lintas.



Gambar 2.1 Konflik-konflik pada simpang bersinyal empat lengan (Sumber: MKJI)

Menurut MKJI , pada umumnya penggunaan sinyal lalu lintas pada persimpangan dipergunakan untuk satu atau lebih alasan berikut ini.

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

2.5 Karakteristik Lalu Lintas

Lalu lintas di dalam Undang-undang No.22 tahun 2009 didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di Ruang Lalu lintas Jalan. Sedang yang dimaksud dengan Ruang Lalu Lintas

jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan / barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

Pemerintah mempunyai tujuan untuk mewujudkan lalu lintas dan angkutan jalan yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib dan teratur, nyaman dan efisien melalui manajemen lalu lintas dan rekayasa lalu lintas. Tata cara berlalu lintas di jalan diatur dengan peraturan perundang – undangan menyangkut arah lalu lintas, prioritas menggunakan jalan, lajur lalu lintas dan pengendalian arus di persimpangan.

Berdasarkan hasil pengamatan, pola pergerakan lalu lintas memiliki karakteristik. Karakteristik tersebut terbentuk atas beberapa karakteristik komponen– komponen lalu lintas. Dalam evaluasi persimpangan tak bersinyal komponen-komponen lalu lintas yang diamati adalah:

1. Kendaraan ringan (LV)
2. Kendaraan berat (HV)
3. Sepeda motor (MC)
4. Kendaraan tak bermotor (UM)

2.6 Cell Transmission Model (CTM)

2.6.1 Pengertian Cell Transmission Model (CTM)

Pada model transmisi sel (CTM), ruas jalan antar simpang dibagi atas sel-sel, dimana masing-masing sel diisi oleh kendaraan. Kendaraan akan bergerak merambat dari sel hulu ke sel hilir. Model transmisi sel (CTM) ini pada awalnya digunakan untuk memprediksi tundaan yang dialami oleh kendaraan pada ruas jalan akibat terjadinya pengurangan kapasitas jalan pada suatu lokasi tertentu di ruas jalan tersebut yang

diakibatkan oleh terjadinya kecelakaan lalu lintas ataupun akibat adanya gangguan lain yang mengakibatkan sebagian badan jalan ditutup (Daganzo). Konsep tersebut dikembangkan oleh Li dalam mengoptimalkan waktu sinyal lampu isyarat lalu lintas yang dipasang pada jaringan jalan poros.

2.6.2 Premise dasar

Model transmisi sel mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan mengusulkan untuk mensimulasikan sistem dengan strategi waktu-scan di mana kondisi ini diperbarui dengan setiap tick dari jam. Bagian jalan yang dipertimbangkan dibagi menjadi beberapa bagian yang homogen yang disebut sel, nomor dari = 1 I. Panjang dari bagian ditetapkan sama dengan jarak perjalanan di lampu lalu lintas dengan kendaraan khas dalam satu jam berdetak. Dalam kondisi lampu lalu lintas, semua kendaraan dalam sel dapat diasumsikan untuk maju ke depan dengan masing-masing clock tick. yaitu,

$$n_{i+1}(t+1) = n_i(t) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana $n_i(t)$ adalah jumlah kendaraan di sel pada waktu . Namun, persamaan 1 tidak masuk akal ketika aliran melebihi kapasitas. Oleh karena itu satu set yang lebih kuat dari persamaan kemajuan aliran disajikan pada bagian selanjutnya.

2.6.3 Pemodelan Pergerakan Lalu Lintas menggunakan CTM

Pergerakan lalu lintas pada kawasan pengendalian simpang dimodelkan menggunakan model transmisi sel (*cell transmission model*). Ruas jalan antar simpang bersinyal dibagi atas beberapa sel. Panjang sel adalah jarak perjalanan yang ditempuh kendaraan dalam satu *clock tick* (t).

Sedangkan jumlah sel pada masing-masing ruas adalah hasil pembagian panjang ruas dengan panjang sel. Lalu lintas pada ruas jalan akan merambat dari sel ke sel. Perambatan pergerakan kendaraan antar sel pada CTM yang dirumuskan Daganzo adalah sebagai berikut:

$$n_i(t+1) = n_i(t) + y_i(t) - y_{i+1}(t) \dots\dots\dots (2)$$

$$y_i(t) = \min \{ n_{i-1}(t), Q_i(t), (W/v)[N_i(t)-n_i(t)] \} \dots\dots\dots (3)$$

$$y_{i+1}(t) = \min \{ n_i(t), Q_{i+1}(t), (W/v)[N_{i+1}(t)-n_{i+1}(t)] \} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

indeks i : menunjukkan sel- i

t : selang waktu dinyatakan dalam *clock tick* $n_i(t)$: jumlah

kendaraan di sel- i pada waktu t

$n_i(t+1)$: jumlah kendaraan pada sel- i pada waktu $(t+1)$

$y_i(t)$: jumlah kendaraan yang memasuki sel- i pada waktu t $y_{i+1}(t)$: jumlah

kendaraan yang memasuki sel- $(i+1)$ pada waktu t

V : kecepatan arus bebas (*free flow speed*)

W : kecepatan gelombang kejut ke arah belakang (*backward shock wave speed*)

$N_i(t)$: jumlah kendaraan maksimum yang dapat menempati sel- i pada waktu t .

$Q_i(t)$: jumlah maksimum kendaraan yang dapat mengalir memasuki sel- i .

Penerapan konsep CTM pada pergerakan kendaraan antar sel pada ruas jaringan simpang bersinyal (L_i), membagi ruas antar simpang dalam empat zona yaitu zona penggabungan (*merging*), zona perambatan (*propagation*), zona penyebaran (*diverging*) dan

zona keberangkatan (*departure*). Kendaraan dari satu sel berpindah ke sel berikutnya mengikuti persamaan keseimbangan sel rumus (1) di atas. Sedangkan untuk sel di zona *departure*, kendaraan akan dapat berpindah ke sel berikut di ruas berikutnya apabila sinyal hijau menyala, dan kendaraan tidak bisa keluar apabila sinyal merah menyala. Selama sinyal lampu merah menyala maka jumlah kendaraan di dalam sel tersebut akan terus bertambah hingga sel tersebut penuh. Apabila sinyal lampu masih tetap merah, sedangkan sel di ujung sudah penuh, maka jumlah kendaraan di dalam sel pada sel sebelum ujung akan bertambah, demikian seterusnya hingga sinyal hijau menyala. Ketika sinyal hijau menyala maka sel ujung akan mengeluarkan kendaraan dari sel departure sebesar arus jenuh dari pendekat simpang tersebut.

$$d_{ij}(t)$$

2.6.4 Perumusan Besar Tundaan

Besarnya tundaan yang dialami kendaraan pada simpang bersinyal dapat dihitung dengan menghitung lama waktu kendaraan tertahan pada suatu sel. Apabila pada sel, jumlah kendaraan yang masuk dan jumlah kendaraan yang keluar dalam interval waktu t (*clock tick*) adalah sama besar dan tidak ada kendaraan yang tertinggal di sel maka kendaraan pada sel tersebut tidak mengalami tundaan. Sebaliknya apabila jumlah kendaraan yang keluar sel lebih kecil dari jumlah kendaraan yang masuk sel sehingga ada sejumlah kendaraan tertinggal didalam sel tersebut, maka kendaraan tersebut mengalami tundaan. Dengan pendekatan tersebut, besar tundaan yang dialami kendaraan dapat diestimasi dengan menghitung pertambahan waktu kendaraan pada seluruh sel di seluruh ruas jalan. Jumlah kendaraan yang mengalami tundaan di tingkat sel dirumuskan (L_o), sebagai berikut:

$$d_{ij}(t) = n_{ij}(t) - y_{i,j+1}(t) \dots\dots\dots (5)$$

dimana:

= jumlah kendaraan yang mengalami tundaan pada sel- j ruas- i pada waktu t .

$n_{ij}(t)$ = jumlah kendaraan pada sel-j ruas-i $y_{i,j+1}(t)$ = arus keluar dari sel-j pada ruas-i

2.7 Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

Perhitungan volume, kapasitas, waktu siklus dan lain-lain dilakukan berdasarkan persamaan dalam MKJI (1997). Beberapa persamaan dasar yang penting dalam penelitian ini diberikan berikut ini.

a. Perhitungan penilaian arus jenuh (S)

Penghitungan nilai arus jenuh ini dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan di bawah ini. Persamaan tersebut diperoleh dari survai langsung di lapangan dengan melihat besarnya komposisi lalu lintas, perilaku pengemudi dan perkembangan samping jalan di Indonesia.

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \\ \times FRT \times FLT \dots\dots\dots (6)$$

dengan,

S_o = Arus jenuh dasar

FCS = Faktor koreksi ukuran kota

FSF = Faktor koreksi gangguan samping

FG = Faktor koreksi kelandaian

FP = Faktor koreksi parkir

FRT = Faktor koreksi belok kanan

FLT = Faktor koreksi belok kiri

b. Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan persatuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua-lajur dua-arrah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur.

Nilai kapasitas diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan.

Kapasitas juga diperkirakan dari analisa kondisi iringan lalu-lintas dan secara teoritis dengan mengasumsikan hubungan matematik antara kepadatan, kecepatan, dan arus.

Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp).

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

C: kapasitas (smp/jam),

C_0 : kapasitas dasar (smp/jam),

FC_W : faktor penyesuaian lebar jalan,

FC_{SP} : faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi),

FC_{SF} : faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb,

FC_{CS} : faktor penyesuaian ukuran kota.

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kondisi dasar (ideal) yang ditentukan sebelumnya maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar. Adapun faktor-faktor penyesuaian yang digunakan untuk perhitungan pada kapasitas seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.8, Tabel 2.9, Tabel 2.10.

Tabel 2.8 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_0)

c.

d.

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Keterangan
Jalan 4 lajur berpembatas median atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Jalan 4 lajur tanpa pembatas median	1500	Per lajur
Jalan 2 lajur tanpa pembatas median	2900	Total dua arah

e.

Sumber : MKJI 1997

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu-lintas (FCW)

f.

Tipe jalan	Lebar jalan efektif (m)	(FC_w)
	Per lajur	
	3.00	0.92
Jalan 4 lajur berpembatas median atau	3.25	0.96
jalan satu arah	3.50	1.00
	3.75	1.04
	4.00	1.08
	Per lajur	
	3.00	0.91
Jalan 4 lajur tanpa pembatas median	3.25	0.95

	3.50	1.00
	3.75	1.05
	4.00	1.09
<hr/>		
	Dua arah	
	5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
Jalan 2 lajur tanpa pembatas median	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
	11	1.34
<hr/>		

g.

Sumber : MKJI 1997

h. **Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP})**

Pembagian arah (%-%)	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
<hr/>					
2-lajur 2-arah tanpa					
pembatas median	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
FC _{SP} (2/2 UD)					
<hr/>					

i.	
j.	4-lajur 2-arrah tanpa
k.	pembatas median 1.00 0.985 0.97 0.955 0.94 (4/2 UD)
Sumber : MKJI 1997	

Tabel 2.11 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FCSF)

Tipe jalan	Kelas gangguan samping	<i>Faktor koreksi akibat gangguan samping dan lebar bahu jalan</i>			
		Lebar bahu jalan efektif			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4-lajur 2-arrah berpembatas median (4/2 D)	Sangat rendah	0.96	0.98	1.01	1.03
	Rendah	0.94	0.97	1.00	1.02
	Sedang	0.92	0.95	0.98	1.00
	Tinggi	0.88	0.92	0.95	0.98
	Sangat Tinggi	0.84	0.88	0.92	0.96
4-lajur 2-arrah tanpa pembatas median (4/2 UD)	Sangat rendah	0.96	0.99	1.01	1.03
	Rendah	0.94	0.97	1.00	1.02
	Sedang	0.92	0.95	0.98	1.00
	Tinggi	0.87	0.91	0.94	0.98
	Sangat Tinggi	0.80	0.86	0.90	0.95
2-lajur 2-arrah tanpa pembatas median (2/2 UD) atau jalan	Sangat rendah	0.94	0.96	0.99	1.01
	Rendah	0.92	0.94	0.97	1.00
	Sedang	0.89	0.92	0.95	0.98
	Tinggi	0.82	0.86	0.90	0.95

1 arah

Sangat Tinggi	0.73	0.79	0.85	0.91
---------------	------	------	------	------

 Sumber : MKJI 1997

Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS)

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor koreksi untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0.5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 1,3	1,00
> 1,3	1,03

 Sumber : MKJI (1997)

d. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan kinerja simpang. Nilai derajat jenuh ditentukan dengan persamaan di bawah ini.

$$DS = Q / C(3) \dots \dots \dots (8)$$

dengan,

DS = Derajat jenuh

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

e. Panjang antrian

Dari nilai derajat jenuh dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu, diperoleh dari persamaan:

Untuk $DS > 0,5$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1)$$

$$\sqrt{\frac{2 \times 8 \times (DS - 0,5)}{(DS - 1) \times C}} \dots\dots\dots (9)$$

Untuk $DS \leq 0,5$

$$NQ_1 = 0 \quad (10)$$

dengan,

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari

fase hijau sebelumnya

DS = Derajat jenuh

GR = Rasio hijau

C = Kapasitas (smp/jam) =

$$S \times GR$$

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2), dengan persamaan berikut:

$$NQ_2 = \frac{1 - GR}{c} \times \frac{Q}{1 - GR \times DS \times 3600}$$

dengan,

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

1 = Volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)

c = Waktu siklus (detik)

DS = Derajat jenuh

GR = Rasio hijau (detik)

Untuk menghitung jumlah antrian total dengan menjumlahkan kedua hasil di atas.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (11)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

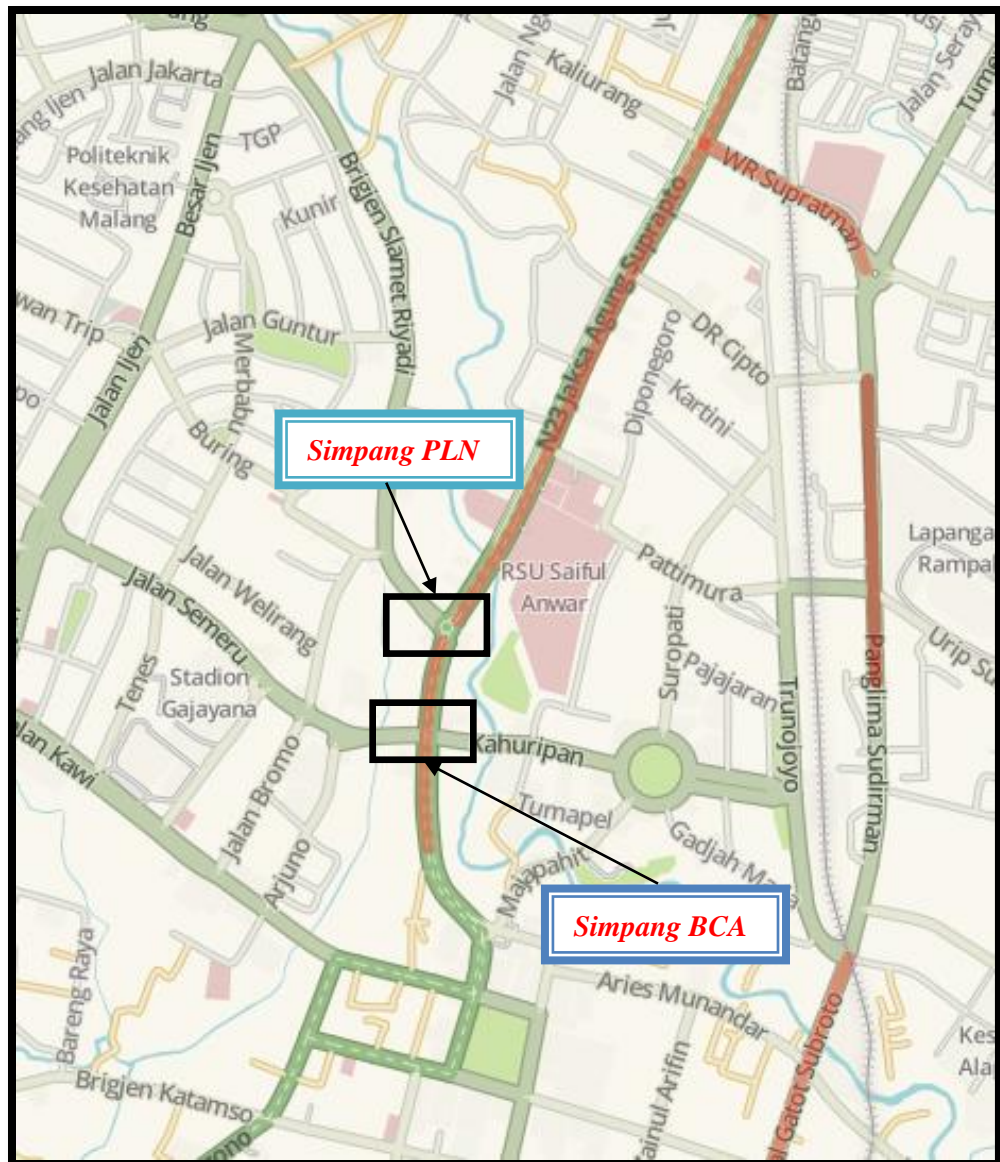
3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini Berlokasi di Jalan Basuki Rahmat , kecamatan Klojen, Kota Malang. Panjang ruas jalan yang di teliti berkisar \pm 800 m. Adapun lokasi penelitian ini dapat di lihat pada gambar berikut :

Lokasi Jalan Basuki Rahmat

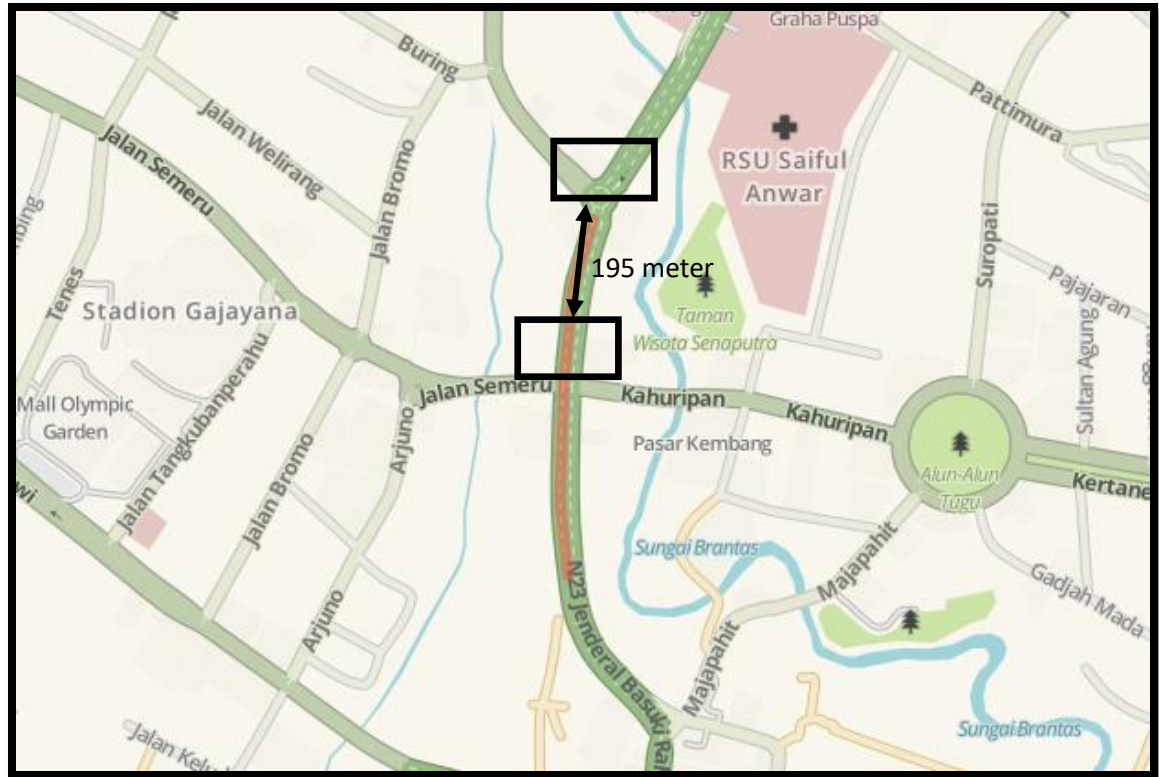


Gambar 3.1 Lokasi Jalan Basuki Rahmat



Gambar 3.2 Lokasi Simpang bersinyal

Jarak Antar Simpang Bersinyal



Gambar 3.3 Panjang Atara Simpang Bersinyal

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi :

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perangkat keras :
 - a. Laptop Toshiba processor 3 2,30 Ghz dan RAM 6 GB
 - b. Kamera Nikon D5300

c. Meteran

d. *Stopwatch*

2. Perangkat Lunak :

a. *Microsoft Excel 2016*

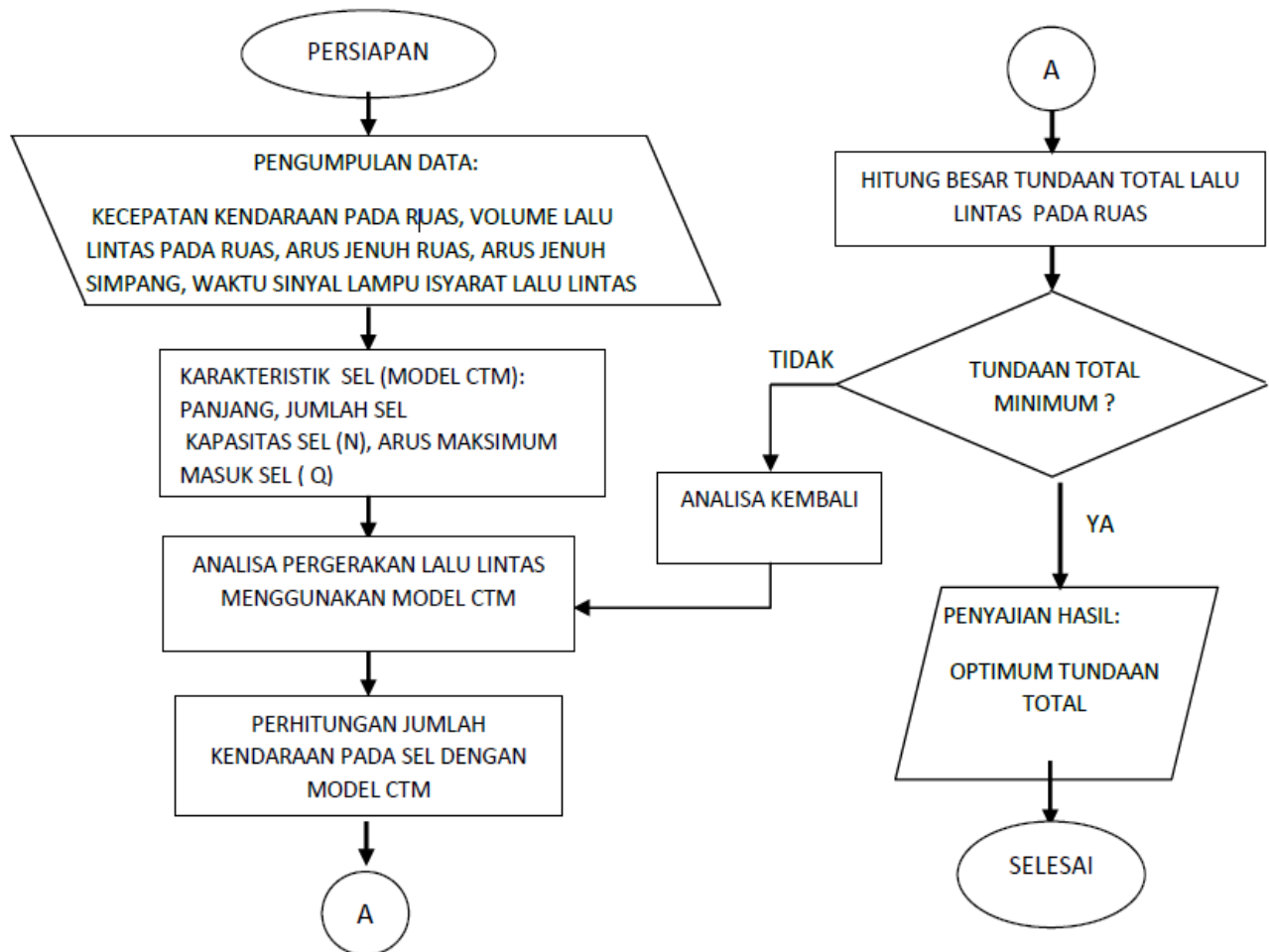
3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Data kecepatan kendaraan
- b. Volume lalu lintas pada ruas
- c. Arus jenuh ruas
- d. Arus jenuh simpang
- e. Waktu sinyal lampu isyarat lalu lintas

3.3 Tahapan Penelitian

Berikut ini diagram alir yang menggambarkan tahapan dalam penelitian sebagai berikut :



Penjelasan diagram alir :

1. Persiapan

Dalam tahap ini dilakukan persiapan-persiapan penelitian misalnya pembacaan literatur-literatur yang berhubungan dengan topik penelitian. Selain itu, juga dilakukan .

2. Pengumpulan data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Data ini meliputi data Data kecepatan kendaraan, Volume lalu lintas pada ruas, Arus jenuh ruas , Arus jenuh simpang, Waktu sinyal lampu isyarat lalu lintas.

3. Karakteristik Sel (MODEL CTM):

Pada tahap ini dilakukan penentuan karakteristik dari model CTM yang meliputi panjang ruas jalan, jumlah se, kapasitas pada sel (N), arus maksimum masuk sel (Q)

4. Analisa pergerakan lalu lintas menggunakan model CTM

Pada tahap ini di lakukan Analisa pergerakan lalu lintas dengan menggunakan karakteristik sel (Model CTM), sesuai dengan langkah ke 3.

5. Jumlah kendaraan pada sel

Pada tahap ini di lakukan perhitungan jumlah kendaraan pada sel menggunakan metode CTM. Dari perhitungan tersebut di dapatkan sebuah hasil.

6. Hitung besar tundaan total pada ruas

Pada tahap ini di lakukan perhitungan besar tundaan total pada ruas untuk mengetahui besarnya tundaan yang dialami kendaraan pada simpang bersinyal, dengan menghitung lama waktu kendaraan tertahan pada setiap sel.

7. Tundaan Total minimum

Pada tahap ini di lakukan Analisa dari hasil perhitungan besar tundaan total pada ruas Jl. Basuki Rahmat untuk mengetahui tundaan total minimum yang dialami pada jaring simpang bersinyal.

8. Penyajian Hasil

Pada tahap ini hasil yang di peroleh adalah mendapatkan optimum tundaan lalu lintas pada seluruh ruas Jl. Basuki Rahmat

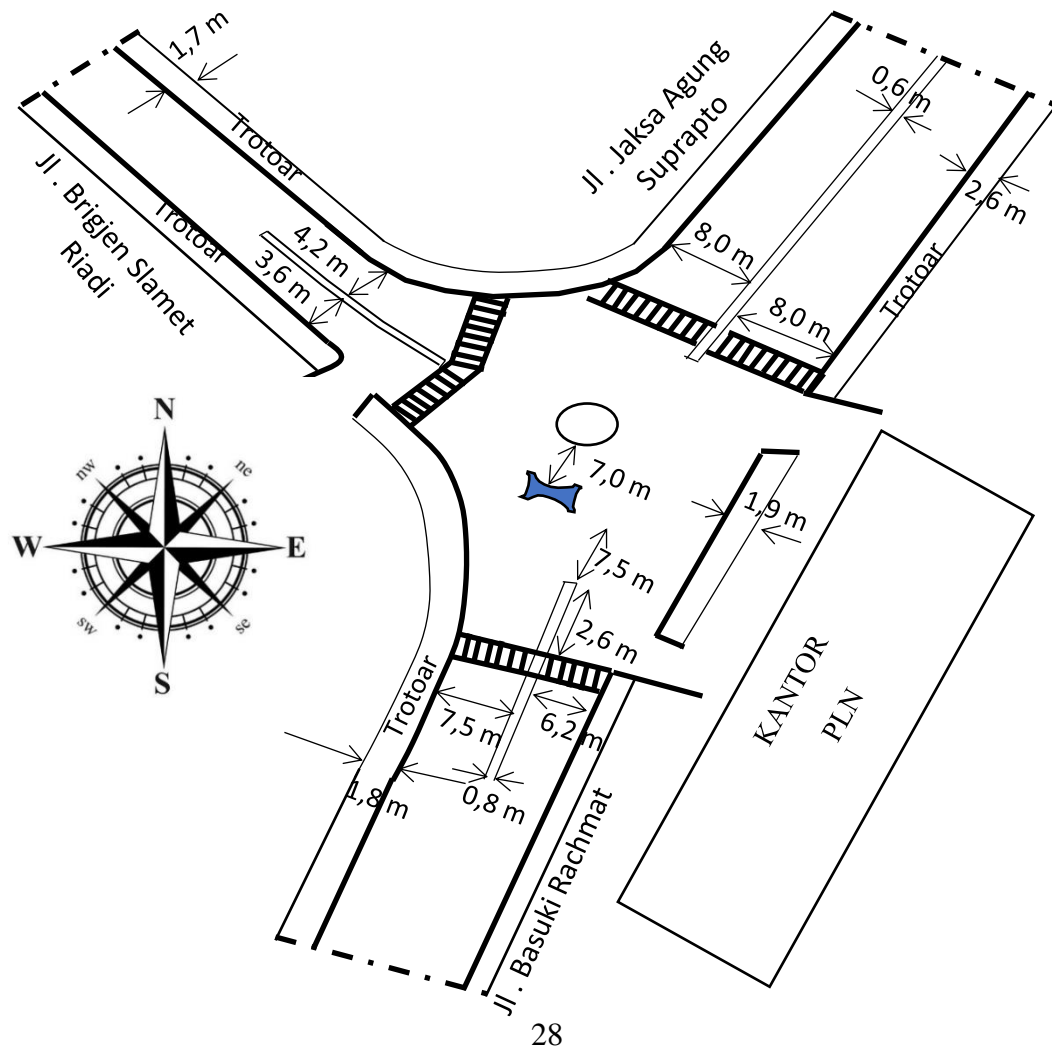
BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

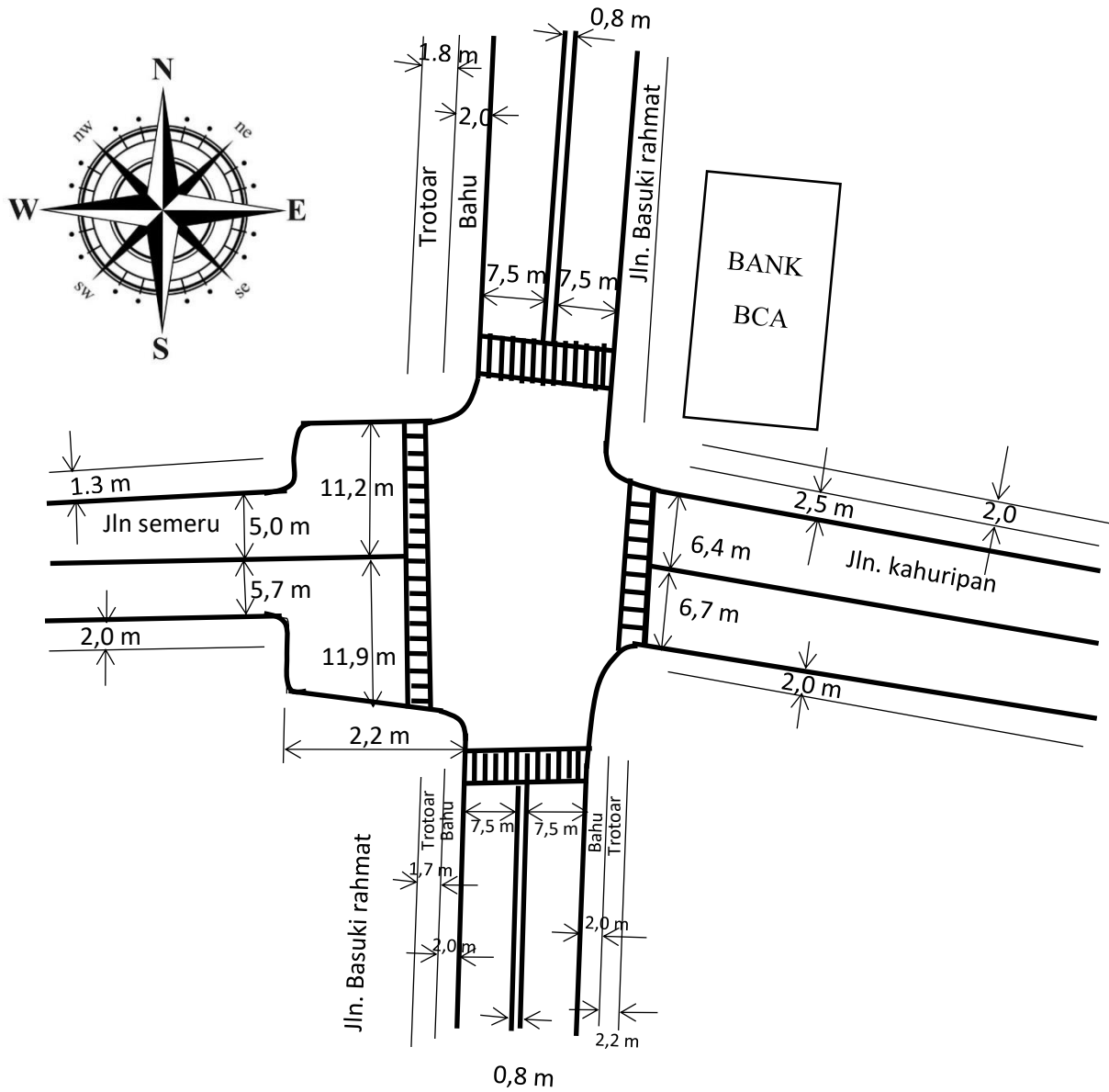
4.1. Data Hasil Survei

4.1.1 Dimensi Geometrik dan Waktu Sinyal Simpang Bersinyal

Data geometrik di dapatkan dari hasil pengukuran langsung kondisi yang ada pada lokasi studi. Data geometrik yang di peroleh meliputi: lebar jalur, lebar pemisah jalan, tinggi pemisah jalan, lebar bahu jalan.

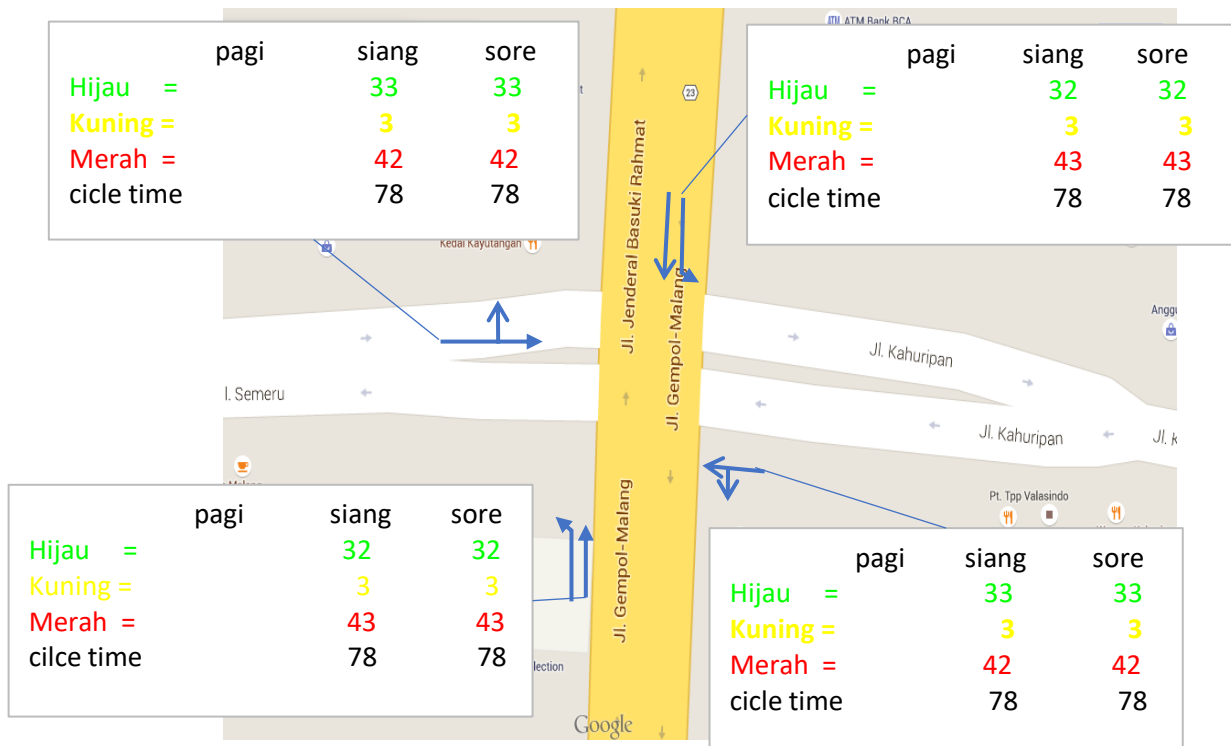


Gambar 4.1 geometrik jalan basuki rahmat, jalan Brigjen slamet, jalan Jaksa agung suprpto

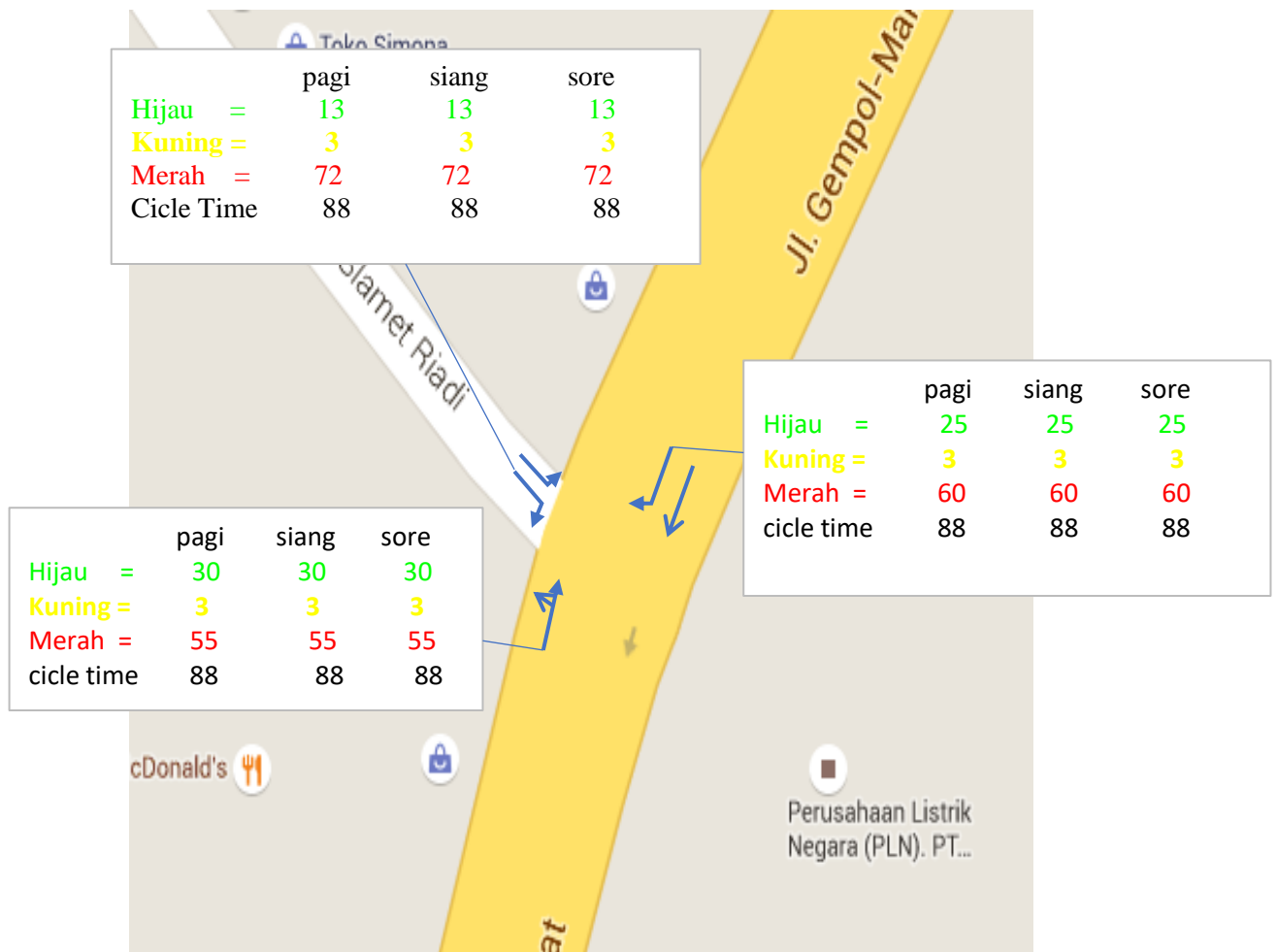


Gambar 4.2 geometrik jalan basuki rahmat, jln semeru, jn kahuripan

Pengujian model di lakukan dengan dilakukannya survei simpang bersinyal di di lokasi studi. Kedua simpang bersinyal tersebut di koordinasikan dengan mengambil panjang siklus 78 detik untuk simpang PLN dan 88 detik untuk simpang BCA. Waktu sinyal pada masing-masing simpang di perlihatkan pada Tabel 4.1 berikut.



Gambar 4.3. waktu sinyal koordinasi sinyal pada simpang BCA dan simpang PLN



Gambar 4.4. waktu sinyal koordinasi sinyal pada simpang PLN dan simpang BCA

4.1.2 Data Volume Lalu Lintas

Volume kendaraan di peroleh dari survei di lapangan selama 1 hari, Pada hari senin 13 Maret 2017. Adapun memilih hari tersebut untuk mewakili hari-hari kerja. Waktu pengamatan di lakukan pada jam 06:00-09:00 ; 11:00-14:00 dan 16:00-19:00 dengan interval 15 menit. Perhitungan volume kendaraan di lakukan dengan cara menghitung setiap kendaraan yang melewati titik atau pos pengamatan pada ruas jalan di lokasi studi.

Pada perhitungan volume lalu lintas kendaraan dikelompokkan menjadi 4 jenis kelompok kendaraan yaitu:

- Tak bermotor
- Sepeda motor
- Kendaraan ringan
- Kendaraan berat

Data hasil survei di wakikan pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Survei Volume kendaraan Jl. Basuki Rahmat Selatan ke - Arah Jl.

Basuki Rahmat Utara (Lurus)

PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
06.00-06.15	2	471	121	2
06.15-06.30	1	654	129	2
06.30-06.45	4	756	134	1
06.45-07.00	0	733	170	0
07.00-07.15	2	698	129	1
07.30-07.45	4	702	142	1
07.45-08.00	5	653	135	3
08.00-08.15	2	511	120	0
08.30-08.45	1	436	129	1
08.45-09.00	4	502	149	1
ISTIRAHAT				
11.00-11.15	2	392	158	2
11.30-11.45	3	383	147	0
11.45-12.00	4	363	133	0
12.00-12.15	6	373	150	2
12.15-12.30	0	452	163	0
12.30-12.45	4	397	164	1
12.45-13.00	3	490	131	0
13.15-13.30	1	438	154	2
13.30-13.45	4	406	159	0

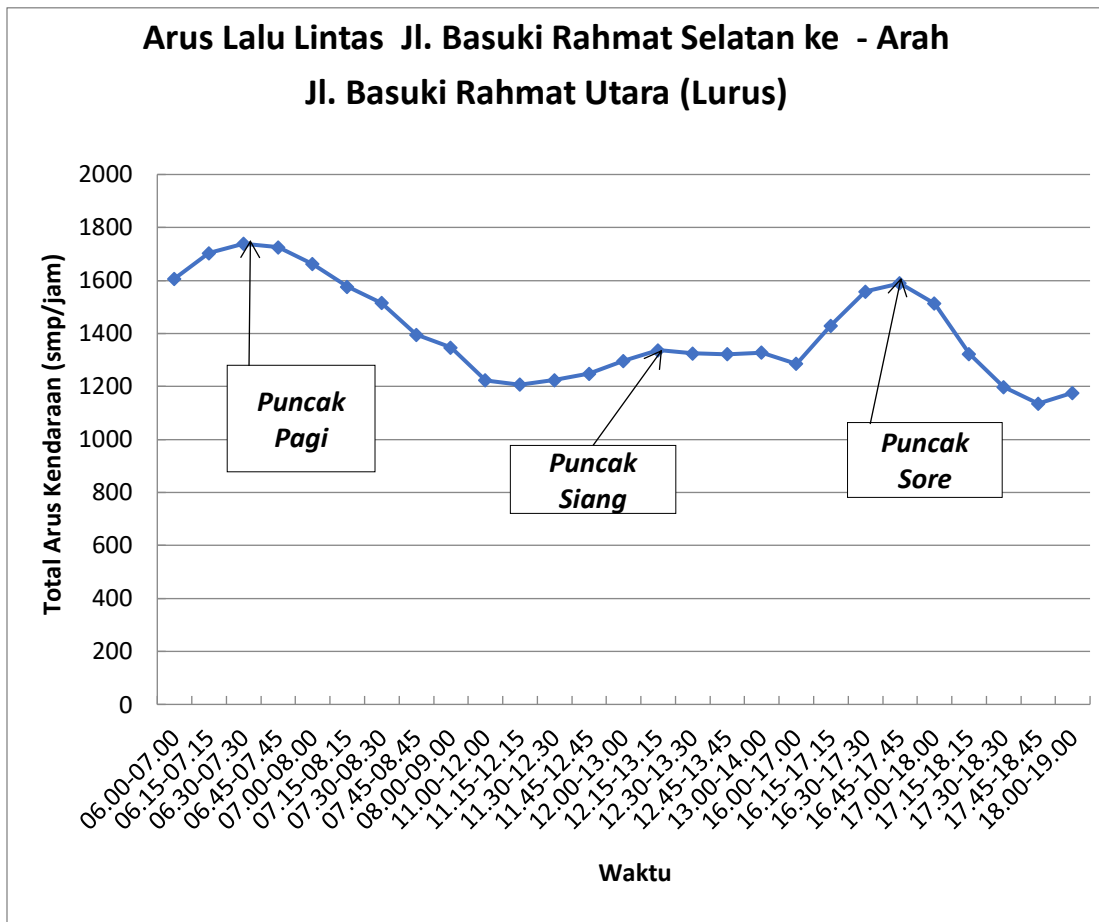
PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
13.45-14.00	0	389	176	1
ISTIRAHAT				
16.00-16.15	2	406	145	1
16.15-16.30	0	388	127	0
16.30-16.45	1	427	171	0
16.45-17.00	1	423	181	2
17.00-17.15	4	583	218	1
17.15-17.30	2	507	207	1
17.30-17.45	1	462	188	0
17.45-18.00	1	293	157	2
18.00-18.15	1	316	136	0
18.15-18.30	2	311	162	0
18.30-18.45	3	357	167	0
18.45-19.00	2	362	171	1

Sumber : Hasil Survei

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Lalulintas Perarah

PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				
	Jumlah Kend.	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat	Total Arus
	(Kendaraan/jam)	emp = 0.400	emp = 1.000	emp = 1.300	Kendaraan
		(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)
06.00-07.00	3173	1045.600	554.000	6.500	1606.100
06.15-07.15	3407	1136.400	562.000	5.200	1703.600
06.30-07.30	3463	1150.000	586.000	2.600	1738.600
06.45-07.45	3417	1128.400	594.000	2.600	1725.000
07.00-08.00	3305	1096.400	559.000	6.500	1661.900
07.15-08.15	3108	1021.600	550.000	5.200	1576.800
07.30-08.30	2961	964.800	545.000	5.200	1515.000
07.45-08.45	2682	858.400	532.000	5.200	1395.600
08.00-09.00	2543	798.000	546.000	2.600	1346.600
11.00-12.00	2147	616.800	602.000	3.900	1222.700
11.15-12.15	2120	609.200	594.000	3.900	1207.100
11.30-12.30	2166	628.400	593.000	2.600	1224.000
11.45-12.45	2198	634.000	610.000	3.900	1247.900
12.00-13.00	2323	684.800	608.000	3.900	1296.700
12.15-13.15	2392	704.400	627.000	5.200	1336.600
12.30-13.30	2371	698.800	618.000	7.800	1324.600
12.45-13.45	2374	702.400	613.000	6.500	1321.900
13.00-14.00	2319	662.000	658.000	7.800	1327.800
16.00-17.00	2271	657.600	624.000	3.900	1285.500
16.15-17.15	2521	728.400	697.000	3.900	1429.300
16.30-17.30	2721	776.000	777.000	5.200	1558.200
16.45-17.45	2773	790.000	794.000	5.200	1589.200
17.00-18.00	2619	738.000	770.000	5.200	1513.200
17.15-18.15	2269	631.200	688.000	3.900	1323.100
17.30-18.30	2027	552.800	643.000	2.600	1198.400
17.45-18.45	1901	510.800	622.000	2.600	1135.400
18.00-19.00	1983	538.400	636.000	1.300	1175.700

Sumber : Analisa data



Gambar 4.5 Grafik jumlah kendaraan Arah Jl. Basuki Rahmat Selatan ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Utara (Lurus)

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Volume Jl. Basuki Rahmat Utara ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Selatan (Lurus)

PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
06.00-06.15	3	378	174	0
06.15-06.30	2	475	238	2
06.30-06.45	1	530	321	0
07.00-07.15	5	734	278	3
07.30-07.45	3	460	218	1
07.45-08.00	1	482	198	0

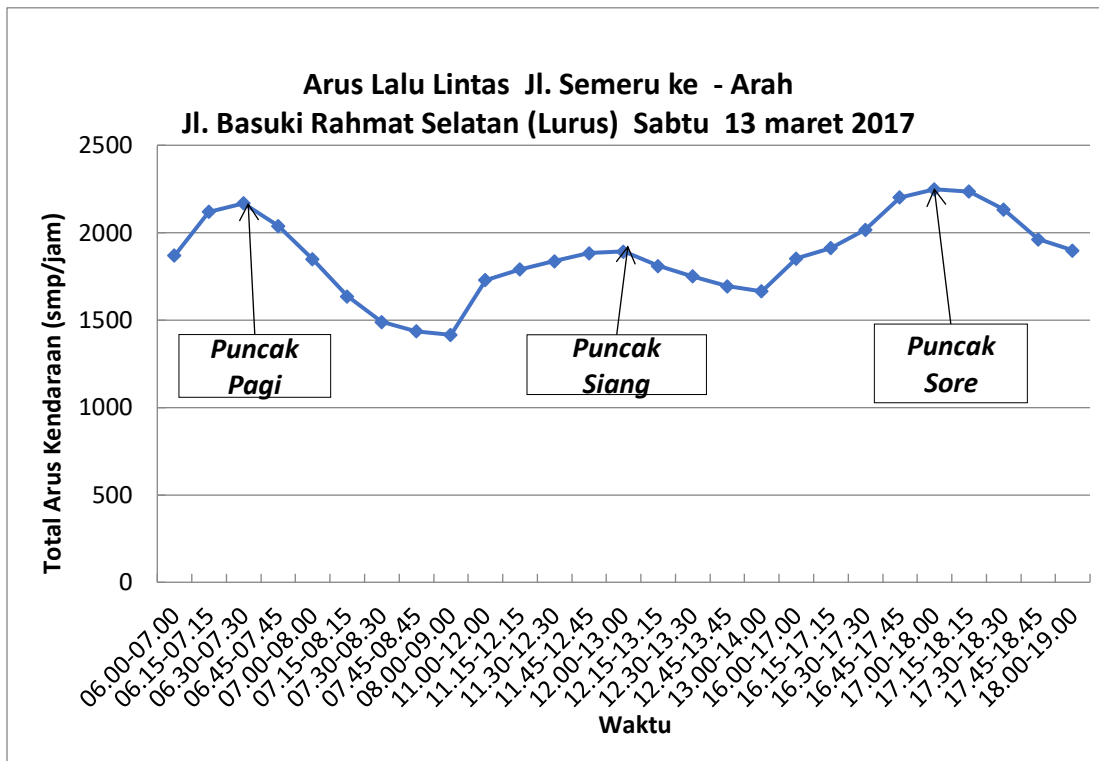
PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
08.15-08.30	4	432	157	1
08.30-08.45	6	394	190	2
08.45-09.00	2	344	230	2
11.00-11.15	1	450	234	1
11.15-11.30	3	472	253	0
11.30-11.45	0	491	227	0
11.45-12.00	0	460	261	2
12.00-12.15	6	486	283	0
12.15-12.30	3	532	274	1
12.30-12.45	3	523	256	3
12.45-13.00	3	487	262	1
13.00-13.15	6	372	245	0
13.15-13.30	7	396	271	0
13.30-13.45	5	394	255	0
13.45-14.00	8	413	263	0
ISTIRAHAT				
16.00-16.15	4	464	245	2
16.15-16.30	8	488	287	3
16.30-16.45	1	418	273	0
16.45-17.00	0	508	289	1
17.00-17.15	4	534	278	0
17.15-17.30	7	612	345	1
17.30-17.45	5	570	396	1
17.45-18.00	2	628	289	0
18.00-18.15	3	584	245	0
18.15-18.30	0	524	278	1
18.30-18.45	1	593	213	3
18.45-19.00	2	557	254	0

Sumber : Hasil Survei

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan lalulintas perarah

PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				
	Jumlah Kend.	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat	Total Arus
	(smp/jam)	emp = 0.400	emp = 1.000	emp = 1.300	Kendaraan
		(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)
06.00-07.00	3084	810.000	1057.000	2.600	1869.600
06.15-07.15	3547	952.400	1161.000	6.500	2119.900
06.30-07.30	3602	957.200	1204.000	6.500	2167.700
06.45-07.45	3430	929.200	1101.000	7.800	2038.000
07.00-08.00	3144	865.200	975.000	7.800	1848.000
07.15-08.15	2771	757.200	874.000	5.200	1636.400
07.30-08.30	2591	735.200	750.000	3.900	1489.100
07.45-08.45	2498	708.800	722.000	5.200	1436.000
08.00-09.00	2394	653.600	754.000	7.800	1415.400
11.00-12.00	2851	749.200	975.000	3.900	1728.100
11.15-12.15	2935	763.600	1024.000	2.600	1790.200
11.30-12.30	3017	787.600	1045.000	3.900	1836.500
11.45-12.45	3081	800.400	1074.000	7.800	1882.200
12.00-13.00	3108	811.200	1075.000	6.500	1892.700
12.15-13.15	2956	765.600	1037.000	6.500	1809.100
12.30-13.30	2816	711.200	1034.000	5.200	1750.400
12.45-13.45	2683	659.600	1033.000	1.300	1693.900
13.00-14.00	2609	630.000	1034.000	0.000	1664.000
16.00-17.00	2978	751.200	1094.000	7.800	1853.000
16.15-17.15	3079	779.200	1127.000	5.200	1911.400
16.30-17.30	3259	828.800	1185.000	2.600	2016.400
16.45-17.45	3535	889.600	1308.000	3.900	2201.500
17.00-18.00	3654	937.600	1308.000	2.600	2248.200
17.15-18.15	3671	957.600	1275.000	2.600	2235.200
17.30-18.30	3516	922.400	1208.000	2.600	2133.000
17.45-18.45	3358	931.600	1025.000	5.200	1961.800
18.00-19.00	3252	903.200	990.000	5.200	1898.400

Sumber : Analisa data



Gambar 4.6 Grafik jumlah kendaraan Arah Jl. Basuki Rahmat Utara ke - Arah Jl. Basuki Rahmat Selatan (Lurus)

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Volume Jl. Semeru ke - Arah Jl. Kahuripan (Lurus)

PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
06.00-06.15	3	321	162	2
06.15-06.30	6	567	224	1
06.30-06.45	5	576	356	5
06.45-07.00	5	563	347	0
07.00-07.15	4	472	265	2
07.15-07.30	3	356	107	2
07.30-07.45	4	397	147	4
07.45-08.00	3	456	211	2
08.00-08.15	8	423	142	2

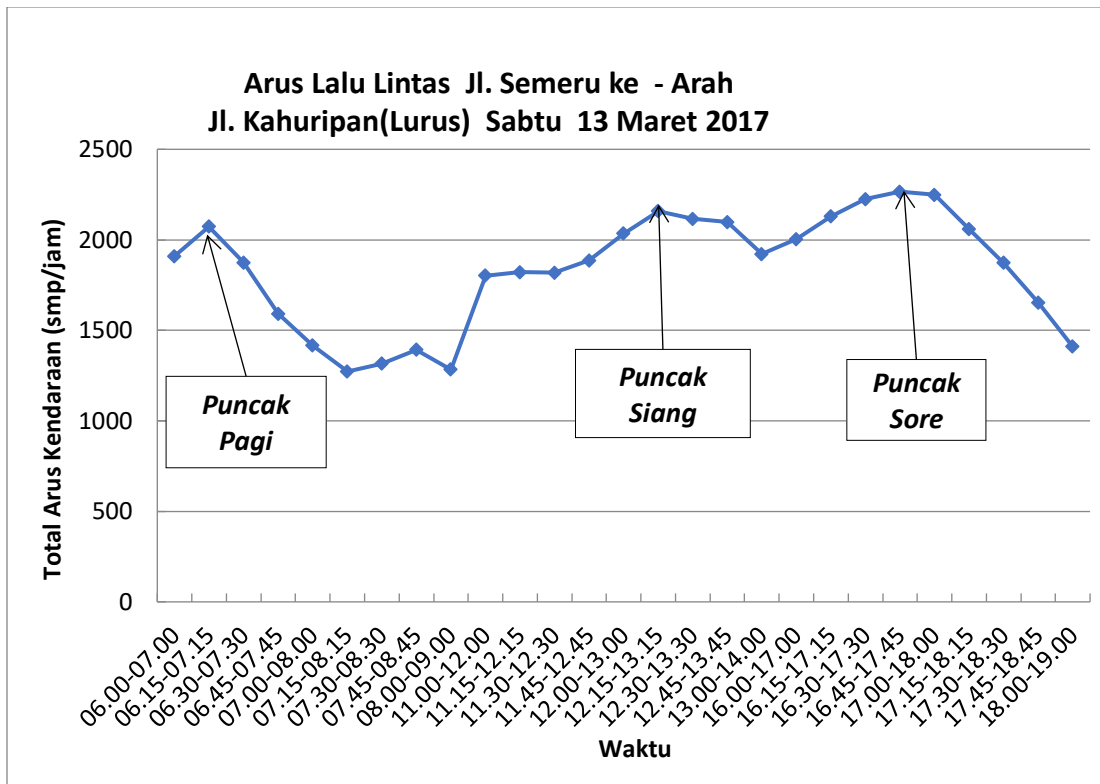
PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
08.30-08.45	5	413	218	3
ISTIRAHAT				
11.00-11.15	10	446	230	7
11.15-11.30	2	543	284	0
11.30-11.45	1	471	204	2
11.45-12.00	1	484	294	0
12.00-12.15	1	461	246	5
12.15-12.30	5	536	284	0
12.30-12.45	4	528	249	2
12.45-13.00	3	598	395	2
13.00-13.15	0	473	372	0
13.15-13.30	2	544	236	1
13.30-13.45	3	385	288	3
13.45-14.00	2	342	321	1
ISTIRAHAT				
16.00-16.15	3	341	287	2
16.15-16.30	0	467	265	1
16.30-16.45	4	532	323	4
16.45-17.00	4	541	362	4
17.00-17.15	1	571	321	2
17.15-17.30	2	478	352	4
17.30-17.45	0	613	337	0
17.45-18.00	4	524	353	2
18.00-18.15	4	376	210	2
18.15-18.30	4	360	214	3
18.30-18.45	3	405	201	0
18.45-19.00	0	423	153	0

Sumber : Hasil Survei

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan lalulintas perarah

PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				
	Jumlah Kend.	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat	Total Arus
	(smp/jam)	emp = 0.400	emp = 1.000	emp = 1.300	Kendaraan
		(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)	(smp/jam)
06.00-07.00	3124	810.800	1089.000	10.400	1910.200
06.15-07.15	3378	871.200	1192.000	10.400	2073.600
06.30-07.30	3051	786.800	1075.000	11.700	1873.500
06.45-07.45	2662	715.200	866.000	10.400	1591.600
07.00-08.00	2421	672.400	730.000	13.000	1415.400
07.15-08.15	2249	652.800	607.000	13.000	1272.800
07.30-08.30	2316	668.400	635.000	13.000	1316.400
07.45-08.45	2402	674.800	706.000	11.700	1392.500
08.00-09.00	2255	649.200	622.000	13.000	1284.200
11.00-12.00	2965	777.600	1012.000	11.700	1801.300
11.15-12.15	2994	783.600	1028.000	9.100	1820.700
11.30-12.30	2987	780.800	1028.000	9.100	1817.900
11.45-12.45	3089	803.600	1073.000	9.100	1885.700
12.00-13.00	3306	849.200	1174.000	11.700	2034.900
12.15-13.15	3439	854.000	1300.000	5.200	2159.200
12.30-13.30	3400	857.200	1252.000	6.500	2115.700
12.45-13.45	3297	800.000	1291.000	7.800	2098.800
13.00-14.00	2966	697.600	1217.000	6.500	1921.100
16.00-17.00	3129	752.400	1237.000	14.300	2003.700
16.15-17.15	3393	844.400	1271.000	14.300	2129.700
16.30-17.30	3494	848.800	1358.000	18.200	2225.000
16.45-17.45	3585	881.200	1372.000	13.000	2266.200
17.00-18.00	3557	874.400	1363.000	10.400	2247.800
17.15-18.15	3251	796.400	1252.000	10.400	2058.800
17.30-18.30	2994	749.200	1114.000	9.100	1872.300
17.45-18.45	2650	666.000	978.000	9.100	1653.100
18.00-19.00	2347	625.600	778.000	6.500	1410.100

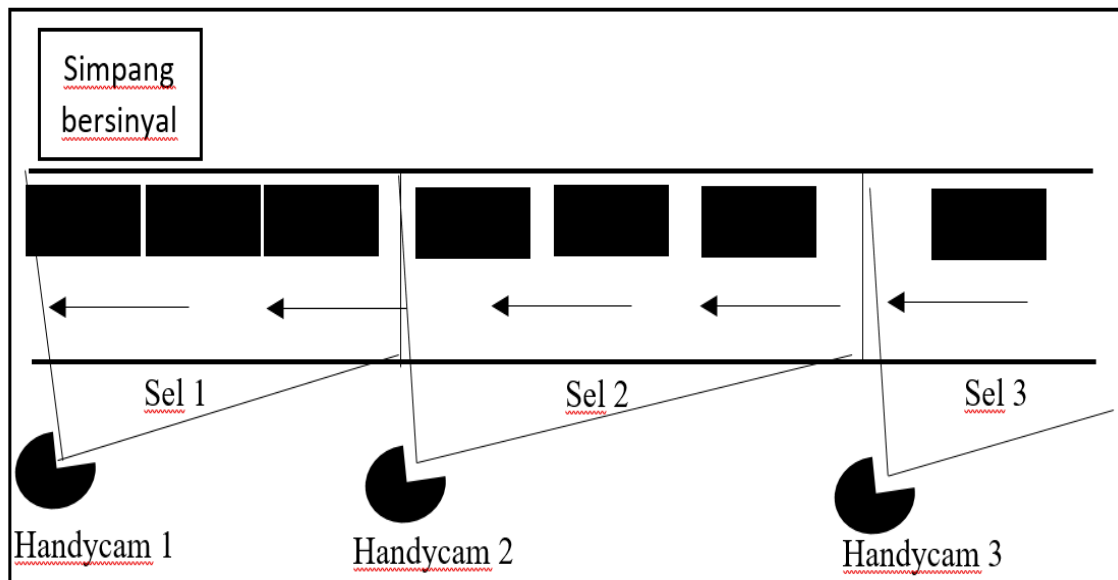
Sumber : Analisa data



Gambar 4.7 Grafik jumlah kendaraan Arah Jl. Semeru ke - Arah Jl. Kahuripan (Lurus)

4.1.3. Data Volume Lalu Lintas Tiap Sel

Data volume lalu lintas tiap sel adalah data jumlah kendaraan yang berada di dalam sebuah sel. Jumlah kendaraan tersebut meliputi sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat. Data volume tiap sel dapat di peroleh dengan menghitung jumlah kendaraan tiap 3 detiknya selama 5 menit dengan menggunakan handycam yang di letakkan pada tiap-tiap sel yang telah di tentukan. Ada 3 handycam yang di miliki sehingga tiap-tiap handycam bisa di letakkan pada sel-sel yang berbeda-beda. Handycam pertama dapa di letakkan pada bagian terpadat pada ruas jalan tersebut atau sel pertama seblum simpang. Yang ke dua dapat di letakkan pada bagian yang tidak terlalu padat atau berada di tengah-tengah antrian. Dan yang ketiga dapat di letakkan pada sel yang tidak mengalami antian. Sehingga dengan demikian daya dapat memaksimalkan handycam yang di miliki dan dapat di lihat pada gambar berikut



Gambar 4.8. Simulasi survei dengan menggunakan handycam

Dalam pengumpulan data volume lalu lintas tiap sel juga harus mengambil dua kondisi lalulintas, yaitu dalam kondisi macet dan tidak macet. Dua buah ruas yang akan

di jadikan objek penelitian adalah jalur BCA-PLN dan PLN-BCA yang akan di lampirkan dalam bentuk Tabel sebagai berikut.

Kondisi tidak macet BCA-PLN

Emp Sepeda Motor = 0,4

Emp Kendaraan Ringan = 1

Emp kedaraam Berat = 1,3

Cell 6

Tabel 4.7 Arus Masuk Sel 6(Qmasuk)

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0.4	0	0	0	0	1	0.4
12	2	0.8	0	0	0	0	2	0.8
15	1	0.4	0	0	0	0	1	0.4
18	1	0.4	0	0	0	0	1	0.4
21	0	0	1	1	0	0	1	1
24	0	0	0	0	0	0	0	0
27	5	2	1	1	0	0	6	3
30	7	2.8	1	1	0	0	8	3.8
33	3	1.2	2	2	0	0	5	3.2
36	3	1.2	2	2	0	0	5	3.2
39	4	1.6	2	2	0	0	6	3.6
42	4	1.6	3	3	0	0	7	4.6
45	2	0.8	3	3	0	0	5	3.8
48	3	1.2	4	4	0	0	7	5.2
51	2	0.8	4	4	0	0	6	4.8

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
60	4	1.6	4	4	0	0	8	5.6
63	2	0.8	4	4	0	0	6	4.8
66	2	0.8	6	6	0	0	8	6.8
69	1	0.4	5	5	0	0	6	5.4
72	0	0	6	6	0	0	6	6
75	1	0.4	4	4	0	0	5	4.4
78	0	0	3	3	0	0	3	3
81	1	0.4	2	2	0	0	3	2.4
84	1	0.4	1	1	0	0	2	1.4
87	1	0.4	2	2	0	0	3	2.4
90	0	0	1	1	0	0	1	1
93	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0
102	0	0	1	1	0	0	1	1
105	0	0	1	1	0	0	1	1
108	3	1.2	0	0	0	0	3	1.2
111	3	1.2	0	0	0	0	3	1.2
114	4	1.6	2	2	0	0	6	3.6
117	1	0.4	3	3	0	0	4	3.4
120	2	0.8	4	4	0	0	6	4.8
123	2	0.8	4	4	0	0	6	4.8
126	3	1.2	2	2	0	0	5	3.2
129	3	1.2	2	2	0	0	5	3.2
132	3	1.2	4	4	0	0	7	5.2
135	2	0.8	4	4	0	0	6	4.8
138	4	1.6	4	4	0	0	8	5.6
141	3	1.2	4	4	0	0	7	5.2
144	4	1.6	5	5	0	0	9	6.6
147	4	1.6	4	4	0	0	8	5.6
150	4	1.6	4	4	0	0	8	5.6
153	2	0.8	5	5	0	0	7	5.8
156	1	0.4	5	5	0	0	6	5.4
159	1	0.4	5	5	0	0	6	5.4

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
162	2	0.8	3	3	0	0	5	3.8
165	1	0.4	2	2	0	0	3	2.4
168	2	0.8	1	1	0	0	3	1.8
171	1	0.4	1	1	0	0	2	1.4
174	2	0.8	1	1	0	0	3	1.8
177	3	1.2	2	2	0	0	5	3.2
180	0	0	3	3	0	0	3	3
183	0	0	1	1	0	0	1	1
186	0	0	0	0	0	0	0	0
189	0	0	1	1	0	0	1	1
192	6	2.4	1	1	0	0	7	3.4
195	6	2.4	0	0	0	0	6	2.4
198	3	1.2	0	0	0	0	3	1.2
201	3	1.2	1	1	0	0	4	2.2
204	5	2	2	2	0	0	7	4
207	4	1.6	2	2	0	0	6	3.6
210	8	3.2	3	3	0	0	11	6.2
213	5	2	2	2	0	0	7	4
216	3	1.2	3	3	0	0	6	4.2
219	2	0.8	5	5	0	0	7	5.8
222	1	0.4	7	7	0	0	8	7.4
225	2	0.8	7	7	0	0	9	7.8
228	1	0.4	8	8	0	0	9	8.4
231	2	0.8	7	7	0	0	9	7.8
234	1	0.4	8	8	0	0	9	8.4
237	2	0.8	9	9	0	0	11	9.8
240	3	1.2	9	9	0	0	12	10.2
243	2	0.8	9	9	0	0	11	9.8
246	1	0.4	6	6	0	0	7	6.4
249	1	0.4	5	5	0	0	6	5.4
252	0	0	5	5	0	0	5	5
255	0	0	3	3	0	0	3	3
258	0	0	3	3	0	0	3	3
261	0	0	2	2	0	0	2	2

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
264	0	0	1	1	0	0	1	1
267	0	0	0	0	0	0	0	0
270	0	0	0	0	0	0	0	0
273	2	0.8	0	0	0	0	2	0.8
276	1	0.4	0	0	0	0	1	0.4
279	6	2.4	0	0	0	0	6	2.4
282	5	2	0	0	0	0	5	2
285	4	1.6	1	1	0	0	5	2.6
288	2	0.8	2	2	0	0	4	2.8
291	5	2	1	1	0	0	6	3
294	4	1.6	3	3	0	0	7	4.6
297	0	0	5	5	0	0	5	5
300	2	0.8	3	3	0	0	5	3.8

Sumber : hasil survei

Emp Sepeda Motor = 0,4

Emp Kendaraan Ringan = 1

Emp kedaraam Berat = 1,3

Cell 7

Tabel 4.8 Arus Masuk Sel 7(Qmasuk)

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol (kend)	Vol (smp)
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0.2	0	0	0	0	1	0.2
15	1	0.2	0	0	0	0	1	0.2
18	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	1	1	0	0	1	1

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol (kend)	Vol (smp)
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
27	0	0	1	1	0	0	1	1
30	4	0.8	2	2	0	0	6	2.8
33	9	1.8	2	2	0	0	11	3.8
36	5	1	3	3	0	0	8	4
39	4	0.8	3	3	0	0	7	3.8
42	6	1.2	4	4	0	0	10	5.2
45	4	0.8	4	4	0	0	8	4.8
48	10	2	4	4	0	0	14	6
51	11	2.2	5	5	0	0	16	7.2
54	12	2.4	6	6	0	0	18	8.4
57	13	2.6	6	6	0	0	19	8.6
60	13	2.6	6	6	0	0	19	8.6
63	8	1.6	6	6	0	0	14	7.6
66	5	1	4	4	0	0	9	5
69	3	0.6	5	5	0	0	8	5.6
72	2	0.4	3	3	0	0	5	3.4
75	0	0	3	3	0	0	3	3
78	1	0.2	3	3	0	0	4	3.2
81	0	0	2	2	0	0	2	2
84	1	0.2	3	3	0	0	4	3.2
87	0	0	2	2	0	0	2	2
90	1	0.2	2	2	0	0	3	2.2
93	0	0	1	1	0	0	1	1
96	0	0	1	1	0	0	1	1
99	0	0	1	1	0	0	1	1
102	0	0	1	1	0	0	1	1
105	0	0	1	1	0	0	1	1
108	0	0	2	2	0	0	2	2
111	2	0.4	2	2	0	0	4	2.4
114	3	0.6	1	1	0	0	4	1.6
117	4	0.8	2	2	0	0	6	2.8
120	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
123	2	0.4	5	5	0	0	7	5.4
126	2	0.4	5	5	0	0	7	5.4

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol (kend)	Vol (smp)
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
129	5	1	4	4	0	0	9	5
132	7	1.4	4	4	0	0	11	5.4
135	6	1.2	4	4	0	0	10	5.2
138	4	0.8	4	4	0	0	8	4.8
141	3	0.6	5	5	0	0	8	5.6
144	4	0.8	5	5	0	0	9	5.8
147	4	0.8	6	6	0	0	10	6.8
150	4	0.8	6	6	0	0	10	6.8
153	6	1.2	6	6	0	0	12	7.2
156	3	0.6	5	5	0	0	8	5.6
159	1	0.2	3	3	0	0	4	3.2
162	1	0.2	3	3	0	0	4	3.2
165	3	0.6	4	4	0	0	7	4.6
168	2	0.4	3	3	0	0	5	3.4
171	1	0.2	1	1	0	0	2	1.2
174	1	0.2	1	1	0	0	2	1.2
177	2	0.4	1	1	0	0	3	1.4
180	0	0	1	1	0	0	1	1
183	0	0	2	2	0	0	2	2
186	0	0	2	2	0	0	2	2
189	0	0	2	2	0	0	2	2
192	0	0	1	1	0	0	1	1
195	5	1	2	2	0	0	7	3
198	6	1.2	2	2	0	0	8	3.2
201	6	1.2	2	2	0	0	8	3.2
204	6	1.2	2	2	0	0	8	3.2
207	5	1	3	3	0	0	8	4
210	6	1.2	4	4	0	0	10	5.2
213	7	1.4	5	5	0	0	12	6.4
216	10	2	6	6	0	0	16	8
219	7	1.4	6	6	0	0	13	7.4
222	6	1.2	7	7	0	0	13	8.2
225	6	1.2	7	7	0	0	13	8.2
228	8	1.6	7	7	0	0	15	8.6

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol (kend)	Vol (smp)
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
231	8	1.6	7	7	0	0	15	8.6
234	8	1.6	7	7	0	0	15	8.6
237	8	1.6	7	7	0	0	15	8.6
240	8	1.6	7	7	0	0	15	8.6
243	6	1.2	6	6	0	0	12	7.2
246	4	0.8	5	5	0	0	9	5.8
249	3	0.6	5	5	0	0	8	5.6
252	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
255	0	0	3	3	0	0	3	3
258	0	0	2	2	0	0	2	2
261	0	0	2	2	0	0	2	2
264	0	0	1	1	0	0	1	1
267	0	0	2	2	0	0	2	2
270	0	0	1	1	0	0	1	1
273	0	0	0	0	0	0	0	0
276	2	0.4	0	0	0	0	2	0.4
279	1	0.2	0	0	0	0	1	0.2
282	4	0.8	0	0	0	0	4	0.8
285	5	1	0	0	0	0	5	1
288	3	0.6	1	1	0	0	4	1.6
291	5	1	2	2	0	0	7	3
294	2	0.4	2	2	0	0	4	2.4
297	6	1.2	2	2	0	0	8	3.2
300	2	0.4	5	5	0	0	7	5.4

Sumber : hasil survei

Emp Sepeda Motor = 0,4

Emp Kendaraan Ringan = 1

Emp kedaraam Berat = 1,3

Cell 8

Tabel 4.9 Arus Masuk Sel 8(Qmasuk)

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol (kend)	Vol (smp)
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
3	0	0	7	7	0	0	7	7
6	0	0	7	7	0	0	7	7
9	0	0	7	7	0	0	7	7
12	0	0	7	7	0	0	7	7
15	1	0.2	7	7	0	0	8	7.2
18	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
21	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
24	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
27	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
30	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
33	4	0.8	8	8	0	0	12	8.8
36	6	1.2	8	8	0	0	14	9.2
39	8	1.6	9	9	0	0	17	10.6
42	6	1.2	9	9	0	0	15	10.2
45	8	1.6	9	9	0	0	17	10.6
48	7	1.4	9	9	0	0	16	10.4
51	7	1.4	9	9	0	0	16	10.4
54	7	1.4	9	9	0	0	16	10.4
57	7	1.4	8	8	0	0	15	9.4
60	7	1.4	5	5	0	0	12	6.4
63	11	2.2	4	4	0	0	15	6.2
66	10	2	4	4	0	0	14	6
69	7	1.4	6	6	0	0	13	7.4
72	5	1	3	3	0	0	8	4
75	2	0.4	4	4	0	0	6	4.4
78	1	0.2	3	3	0	0	4	3.2

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
81	1	0.2	2	2	0	0	3	2.2
84	0	0	3	3	0	0	3	3
87	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
90	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
93	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
96	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
99	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
102	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
105	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
108	2	0.4	6	6	0	0	8	6.4
111	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
114	2	0.4	7	7	0	0	9	7.4
117	5	1	7	7	0	0	12	8
120	8	1.6	7	7	0	0	15	8.6
123	9	1.8	8	8	0	0	17	9.8
126	10	2	8	8	0	0	18	10
129	11	2.2	9	9	0	0	20	11.2
132	13	2.6	9	9	0	0	22	11.6
135	17	3.4	9	9	0	0	26	12.4
138	18	3.6	9	9	0	0	27	12.6
141	20	4	9	9	0	0	29	13
144	20	4	9	9	0	0	29	13
147	16	3.2	8	8	0	0	24	11.2
150	13	2.6	7	7	0	0	20	9.6
153	9	1.8	7	7	0	0	16	8.8
156	5	1	6	6	0	0	11	7
159	2	0.4	4	4	0	0	6	4.4
162	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
165	2	0.4	4	4	0	0	6	4.4
168	2	0.4	5	5	0	0	7	5.4
171	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
174	2	0.4	4	4	0	0	6	4.4
177	2	0.4	5	5	0	0	7	5.4
180	4	0.8	5	5	0	0	9	5.8

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
183	4	0.8	6	6	0	0	10	6.8
186	4	0.8	6	6	0	0	10	6.8
189	4	0.8	7	7	0	0	11	7.8
192	4	0.8	7	7	0	0	11	7.8
195	4	0.8	7	7	0	0	11	7.8
198	8	1.6	8	8	0	0	16	9.6
201	11	2.2	8	8	0	0	19	10.2
204	14	2.8	8	8	0	0	22	10.8
207	15	3	8	8	0	0	23	11
210	17	3.4	8	8	0	0	25	11.4
213	19	3.8	8	8	0	0	27	11.8
216	21	4.2	8	8	0	0	29	12.2
219	23	4.6	8	8	0	0	31	12.6
222	24	4.8	8	8	0	0	32	12.8
225	24	4.8	8	8	0	0	32	12.8
228	24	4.8	8	8	0	0	32	12.8
231	24	4.8	8	8	0	0	32	12.8
234	24	4.8	8	8	0	0	32	12.8
237	23	4.6	8	8	0	0	31	12.6
240	17	3.4	5	5	0	0	22	8.4
243	9	1.8	5	5	0	0	14	6.8
246	8	1.6	3	3	0	0	11	4.6
249	3	0.6	4	4	0	0	7	4.6
252	4	0.8	4	4	0	0	8	4.8
255	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
258	1	0.2	3	3	0	0	4	3.2
261	0	0	1	1	0	0	1	1
264	0	0	2	2	0	0	2	2
267	0	0	2	2	0	0	2	2
270	0	0	3	3	0	0	3	3
273	0	0	4	4	0	0	4	4
276	1	0.2	4	4	0	0	5	4.2
279	3	0.6	4	4	0	0	7	4.6
282	5	1	4	4	0	0	9	5

Interval Waktu	Sepeda Motor		Mobil		Kend Berat		Vol kend	vol smp
	Kend	smp	Kend	smp	Kend	smp		
285	9	1.8	4	4	0	0	13	5.8
288	12	2.4	4	4	0	0	16	6.4
291	15	3	5	5	0	0	20	8
294	18	3.6	5	5	0	0	23	8.6
297	19	3.8	7	7	0	0	26	10.8
300	20	4	7	7	0	0	27	11

Sumber : hasil survei

Dari data volume kendaraan tersebut dapat di masukkan ke dalam data tabel

CTM sebagai berikut.

Tabel 4.10 Data CTM BCA-PLN (Lancar)

	Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Qkeluar	
0		0											
3		1							0	0	7		
6		2							0	0	7		
9		3							1	0	7		
12		4							2	1	7		
15		5							1	1	8		
18		6							1	0	9		
21		7							1	0	9		
24		8							0	1	9		
27		9							6	1	9		
30		10							8	6	9		
33		11							5	11	12		
36		12							5	8	14		
39		13							6	7	17		
42		14							7	10	15		
45		15							5	8	17		
48		16							7	14	16		
51		17							6	16	16		
54		18							8	18	16		

	Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel- 1	Sel- 2	Sel- 3	Sel- 4	Sel- 5	Sel- 6	Sel- 7	Sel- 8	Qkeluar	
57		19							8	19	15		
60		20							8	19	12		
63		21							6	14	15		
66		22							8	9	14		
69		23							6	8	13		
72		24							6	5	8		
75		25							5	3	6		
78		26							3	4	4		
81		27							3	2	3		
84		28							2	4	3		
87		29							3	2	5		
90		30							1	3	8		
93		31							0	1	8		
96		32							0	1	8		
99		33							0	1	8		
102		34							1	1	8		
105		35							1	1	8		
108		36							3	2	8		
111		37							3	4	9		
114		38							6	4	9		
117		39							4	6	12		
120		40							6	5	15		
123		41							6	7	17		
126		42							5	7	18		
129		43							5	9	20		
132		44							7	11	22		
135		45							6	10	26		
138		46							8	8	27		
141		47							7	8	29		
144		48							9	9	29		
147		49							8	10	24		
150		50							8	10	20		
153		51							7	12	16		
156		52							6	8	11		

	Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel- 1	Sel- 2	Sel- 3	Sel- 4	Sel- 5	Sel- 6	Sel- 7	Sel- 8	Qkeluar	
159		53							6	4	6		
162		54							5	4	5		
165		55							3	7	6		
168		56							3	5	7		
171		57							2	2	5		
174		58							3	2	6		
177		59							5	3	7		
180		60							3	1	9		
183		61							1	2	10		
186		62							0	2	10		
189		63							1	2	11		
192		64							7	1	11		
195		65							6	7	11		
198		66							3	8	16		
201		67							4	8	19		
204		68							7	8	22		
207		69							6	8	23		
210		70							11	10	25		
213		71							7	12	27		
216		72							6	16	29		
219		73							7	13	31		
222		74							8	13	32		
225		75							9	13	32		
228		76							9	15	32		
231		77							9	15	32		
234		78							9	15	32		
237		79							11	15	31		
240		80							12	15	22		
243		81							11	12	14		
246		82							7	9	11		
249		83							6	8	7		
252		84							5	5	8		
255		85							3	3	5		
258		86							3	2	4		

	Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel- 1	Sel- 2	Sel- 3	Sel- 4	Sel- 5	Sel- 6	Sel- 7	Sel- 8	Qkeluar	
261		87							2	2	1		
264		88							1	1	2		
267		89							0	2	2		
270		90							0	1	3		
273		91							2	0	4		
276		92							1	2	5		
279		93							6	1	7		
282		94							5	4	9		
285		95							5	5	13		
288		96							4	4	16		
291		97							6	7	20		
294		98							7	4	23		
297		99							5	8	26		
300		100							5	7	27		

Sumber : hasil survei

4.2 Analisa dan Pembahasan

4.2.1 Prediksi Tundaan Hasil Pemodelan

Besar tundaan hasil pemodelan di hitung menggunakan program computer yang di kembangkan menggunakan model transmisi sel. Data masukan untuk eksekusi program computer untuk menghitung besar tundaan dengan metode CTM pada suatu pendekatan simpang bersinyal adalah sebagai berikut.

a. Kecepatan Arus Lalu lintas

Kecepatan arus lalu lintas pada ruas di perlihatkan pada Tabel berikut.

Tabel 4.11 Kecepatan Arus Lalu lintas

Nama ruas	Panjang Ruas (m)	Kecepatan Arus Bebas (Km/jam)	
		Arah (BCA-PLN)	Arah (PLN-BCA)
1-2	195	26,88 \approx 27	28,72 \approx 29

b. Kepadatan Macet (*Jam Density*)

Kepadatan macet adalah kepadatan lalulintas yang terjadi pada kondisi terjadi kemacetan lalu lintas. Kepadatan macet adalah jumlah kendaraan yang menempati ruas dalam satuan panjang (Km). Besar kepadatan macet maka dapat di peroleh dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang berada pada ruas jalan untuk panjang tertentu (Km). Jenis kendaraan yang melintasi ruas jalan adalah sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Kepadatan kendaraan dapat diestimasi sebagai berikut.

$$\text{kepadatan } (D) = \frac{\text{Volume Lalu lintas}}{\text{Kecepatan Lalu lintas}}$$

Besar kepadatan maksimum tersebut harus di cek terhadap kepadatan macet (*jam density*). Besar kepadatan macet dalam satuan smp/km dapat di prediksi dengan mengambil asumsi terjadi kondisi macet total sehingga kendaraan tidak dapat bergerak. Pada kondisi yang demikian maka jumlah kendaraan ringan yang dapat terisi untuk panjang 1 kilometer ruas jalan. Untuk itu perlu di ketahui ukuran kendaraan ringan dan jarak antar kendaraan di perhatikan pada gambar berikut. Jumlah kendaraan maksimum yang dapat mengisi ruas jalan sepanjang 1000 meter dapat diestimasi dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan macet} &= \frac{1000m}{Lp} = \frac{1000\ m}{6\ m} \\ &= 166,66 \approx 166 \text{ kendaraan ringan} = 166 \text{ smp}\end{aligned}$$

c. Kapasitas Ruas Jalan Antar Simpang Bersinyal

Kapasitas ruas jalan adalah lalulintas maksimum yang dapat di lewatkan melintasi suatu penampang ruas jalan (lajur jalan). Berdasarkan hasil survei pada ruas jalan didapatkan besar arus maksimum pada jalur adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Kapasitas Ruas Jalan Antar Simpang Bersinyal

Nama Ruas	Panjang Ruas (m)	Arah	Lebar jalur lalulintas (m)	Jumlah lajur	Besar Arus Maksimum (smp/jam)
1-2	195	BCA-PLN	7,5	2	3000
		PLN-BCA	7,5	2	3000

d. Arus Jenuh (*saturation Flow*) Pendekat Simpang

Arus jenuh maksimum adalah jumlah arus lalu lintas maksimum yang dapat dilewatkan melintasi suatu pendekat simpang bersinyal. Berdasarkan hasil survei pada pendekat simpang di dapat besar arus jenuh adalah sebagai berikut

Tabel 4.13 Arus Jenuh (*saturation Flow*) Pendekat Simpang

Simpang	Arah	Jumlah Lajur	Besar Arus Jenuh
1	BCA-PLN	2	3000
2	PLN-BCA	2	3000

e. Model CTM Pada koordinasi 2 Simpang Bersinyal

Karakteristik CTM meliputi panjang sel, interval waktu (*clock tick*), kapasitas arus masuk sel (Q), jumlah maksimum kendaraan pada sel (N). Dalam menentukan karakteristik CTM langkah yang pertama harus di tentukan adalah interval waktu (*clock tick*).

1. Unit interval waktu (*clock tick*).

Besar interval waktu (*clock tick*) di tentukan sedemikian sehingga panjang waktu siklus sinyal merupakan kelipatan terbesar unit waktu (*clock tick*). Besar unit waktu (*clock tick*) di rencanakan sebesar 3 detik sehingga hasil pembagian panjang siklus dengan unit waktu (*clock tick*) merupakan bilangan bulat

2. Jumlah siklus *clock tick*.

Jumlah siklus *clock tick* di ambil untuk lama waktu 5 menit, sehingga sama besar dengan waktu survei tundaan. Dengan demikian besar tundaan total lalulintas hasil model dan hasil survei adalah untuk lama waktu 5 menit.

Jumlah siklus *clock tick* dapat di hitung sebagai berikut:

$$\text{Jumlah siklus } \textit{clock tick} = (5 \times 60)/3 = 100$$

Dengan demikian, jumlah siklus di ambil sebesar 100 siklus.

3. Panjang sel pada metode CTM

Besar panjang sel pada metode CTM merupakan hasil perkalian kecepatan arus bebas dengan nilai unit waktu *clock tick*. Kecepatan arus bebas dapat di hitung dengan menggunakan 2 buah handycam yang diletakkan pada jarak 30 meter. Survei kecepatan dilakukan pada hari yang sama dengan survei volume lalulintas. Dengan megambil sampel kendaraan ringan sebanyak 10 sampel.

Perhitungan kecepatan kendaraan yang di gunakan adalah kecepatan rata-rata kendaraan, yaitu dengan membagi jarak dengan waktu tempuh. Adapun data kecepatan kendaraan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.14 Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Kantor BCA - Kantor PLN

0.195 km

No	jarak (m)	waktu (detik)	Jarak (Km)	waktu (jam)	kecepatan (km/jam)
1	30	4.28	0.03	0.001188889	25.23
2	30	3.63	0.03	0.001008333	29.75206612
3	30	3.83	0.03	0.001063889	28.19843342
4	30	5.43	0.03	0.001508333	19.88950276
5	30	3.7	0.03	0.001027778	29.18918919

No	jarak (m)	waktu (detik)	Jarak (Km)	waktu (jam)	kecepatan (km/jam)
6	30	3.75	0.03	0.001041667	28.8
7	30	3.72	0.03	0.001033333	29.03225806
8	30	4.3	0.03	0.001194444	25.12
9	30	4.35	0.03	0.001208333	24.82758621
10	30	3.75	0.03	0.001041667	28.8
				v=	26.88

t: 3 sec = $1/1200$ Jam = 0.000833333 jam

- Panjang cell :

$$V \times t = 26.88 \times 0.000833333 = 0.0224 \approx 22 \text{ meter}$$

- jumlah cell

$$\text{panjang jalan} / \text{panjang cell} = 8.704 \approx 8 \text{ cell}$$

Tabel 4.15 Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Kantor PLN - Kantor BCA
0,195 km

No	km	waktu (detik)	Jarak (Km)	waktu (jam)	kecepatan (km/jam)
1	30	5.38	0.03	0.001494444	20.07
2	30	3.65	0.03	0.001013889	29.5890411
3	30	3.64	0.03	0.001011111	29.67032967
4	30	3.48	0.03	0.000966667	31.03448276
5	30	3.68	0.03	0.001022222	29.34782609
6	30	3.76	0.03	0.001044444	28.72340426
7	30	3.85	0.03	0.001069444	28.05194805
8	30	3.47	0.03	0.000963889	31.12
9	30	4.32	0.03	0.0012	25
10	30	3.12	0.03	0.000866667	34.61538462
				V =	28.72

$$t: 3 \text{ sec} = 1/1200 \text{ Jam} = 0.000833333 \text{ jam}$$

- Panjang cell :

$$V \times t = 28.72 \times 0.000833333 = 0.02393589$$

$$\approx 23 \text{ meter}$$

- jumlah cell

$$\text{panjang jalan} / \text{panjang cell} = 8.146761888 \approx 8 \text{ cell}$$

4. Kapasitas Kendaraan Pada Sel (N)

Kapasitas sel adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat terisi pada sel.

Kapasitas sel merupakan hasil perkalian panjang sel (*cell length*) dengan kepadatan macet (*jam density*)

$$\begin{aligned} N_i &= \text{panjang sel} \times \text{kepadatan jenuh} \times \text{jumlah jalur} \\ &= 22\text{m} \times 166 \text{ smp/km} \times 2 \text{ lajur} \\ &= 22\text{M} \times 166/1000 \times 2 \text{ smp/m} \\ &= 7,3 \approx 7 \text{ smp} \end{aligned}$$

5. Jumlah Maksimum Kendaraan Memasuki Sel (Q)

Jumlah maksimum kendaraan memasuki sel dalam satu satuan waktu *clock tick*.

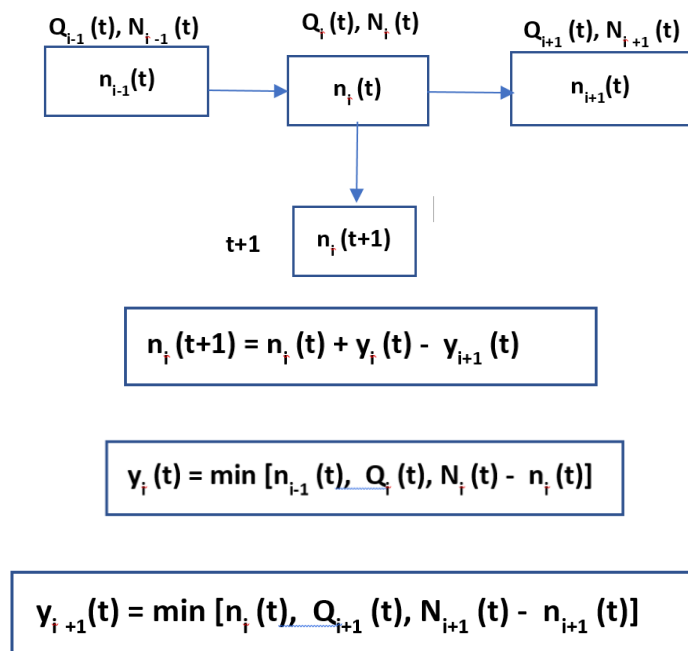
Jumlah maksimum kendaraan memasuki sel di peroleh dengan mengalikan besar arus jenuh sel (*cell's saturated flow*) dengan satuan waktu *clock tick*

$$\begin{aligned} Q_i &= \text{ arus jenuh sel (cell's saturated flow) } \times \text{ interval waktu (clock tick) } \times \\ &\quad \text{jumlah lajur} \\ &= 2200 \text{ smp/jam} \times 3/3600 \text{ jam} \times 2 \end{aligned}$$

$$= 3.666 \approx 3 \text{ smp}$$

4.2.2. Pemodelan CTM

Pemodelan CTM merupakan suatu tahapan yang bertujuan untuk mensimulasikan jaringan sel yang akan di hubungkan dengan simpang bersinyal. Pemodelan CTM di lakukan terhadap 2 ruas jalan yang berada di Jalan Basuki Rahmat. Ruas pertama ialah dari arah BCA-PLN dan arah PLN-BCA yang ditinjau dalam kondisi normal (tidak macet) dan dalam kondisi tidak normal (macet) dapat di terapkan dengan persamaan sebagai berikut



Pemodelan CTM terhadap Jaringan Simping Bersinyal dapat di peroleh hasil antrian dan tundaannya. Melalui data antrian dan tundaan dpat di peroleh Idek Tingkat Pelayanan (*ITP*) yang di isyaratkan oleh peraturan Mertri Perhubungan no. 75 Tahun

2015. Pemodelan CTM pada ruas jalan BCA-PLN dan PLN-BCA di lakukan dengan mencari Antrian dan Tundaan yang di lampirkan dalam 1 fase saja (lampu hijau, kuning dan merah)

Tabel 4.16 Pemodelan CTM

	Q		3	3	3	3	3	3	3	3	
	N	999	7	7	7	7	7	7	7	7	
Waktu (s)	clock tick	Qmasuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Qkeluar
0	0										3
3	1	2	2	2	3	3	2	3	1	1	3
6	2	2	2	2	2	3	3	2	3	1	3
9	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3
12	4	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3
15	5	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3
18	6	0	0	2	2	2	2	2	2	3	3
21	7	1	0	0	2	2	2	2	2	2	3
24	8	0	1	0	0	2	2	2	2	2	3
27	9	0	0	1	0	0	2	2	2	2	3
30	10	1	0	0	1	0	0	2	2	2	3
33	11	0	1	0	0	1	0	0	2	3	1
36	12	0	0	1	0	0	1	0	0	5	0
39	13	1	0	0	1	0	0	1	0	5	0
42	14	0	1	0	0	1	0	0	1	5	0
45	15	0	0	1	0	0	1	0	0	6	0
48	16	1	0	0	1	0	0	1	0	6	0
51	17	0	1	0	0	1	0	0	1	6	0
54	18	0	0	1	0	0	1	0	0	7	0
57	19	1	0	0	1	0	0	1	0	7	0
60	20	0	1	0	0	1	0	0	1	7	0
63	21	0	0	1	0	0	1	0	1	7	0
66	22	1	0	0	1	0	0	1	1	7	0
69	23	2	1	0	0	1	0	0	2	7	0
72	24	2	2	1	0	0	1	0	2	7	0

Waktu (s)	clock tick	Qmasuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Qkeluar
75	25	2	2	2	1	0	0	1	2	7	0
78	26	2	2	2	2	1	0	0	3	7	0
81	27	2	2	2	2	2	1	0	3	7	0
84	28	2	2	2	2	2	2	1	3	7	0
87	29	2	2	2	2	2	2	2	4	7	0

4.2.3. Antrian dan Tundaan Sempang

Data antrian dan data Tundaan pada ruas jalan basuki rahmat akan akan di bagi menjadi dua metode yaitu Metode CTM dan Metode MKJI. Dari data pada Metode CTM dan Metode MKJI akan di peroleh Data Antrian dan Data Tundaan yang akan di bandingkan dengan Data Antrian dan Tundaan dari survey di lokasi asli sehingga dapat diketahui metode survey yang lebih mendekati dengan hasil data lapangan.

4.2.3.1. Antrian dan Tundaan Data Survey (Real)

Antrian dan Tundaan pada data Survei merupakan data asli (real). Data survey merupakan data yang di peroleh dengan melakukan tinjauan langsung pada ruas jalan Basuki Rahmat sehingga dapat memperoleh data Antrian dan Tundaan yang asli. Survey yang di lakukan dengan meninjau langsung kondisi jalan yang berada dalam kondisi Lancar dan Macet. Ruas jalan yang menjadi tinjauan merupakan merupakan ruas jalan pada BCA-PLN dan PLN-BCA.

- Ruas Jalan BCA-PLN

BCA-PLN (Lancar)

Tabel 4.17 BCA-PLN (Lancar)

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
0	0										
3	1							0	0	7	

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
6	2							0	0	7	
9	3							1	0	7	
12	4							2	1	7	
15	5							1	1	8	
18	6							1	0	9	
21	7							1	0	9	
24	8							0	1	9	
27	9							6	1	9	
30	10							8	6	9	
33	11							5	11	12	
36	12							5	8	14	
39	13							6	7	17	
42	14							7	10	15	
45	15							5	8	17	
48	16							7	14	16	
51	17							6	16	16	
54	18							8	18	16	
57	19							8	19	15	
60	20							8	19	12	
63	21							6	14	15	
66	22							8	9	14	
69	23							6	8	13	
72	24							6	5	8	
75	25							5	3	6	
78	26							3	4	4	
81	27							3	2	3	
84	28							2	4	3	
87	29							3	2	5	

Data Antrian real

Dari tabel diatas di tunjukkan bahwa sel terakhir yang reisi adalah pada sel 6. Hel tersebut menunjukkan bahawan panjang antrian terakhir berada pada sel 6

dengan jumlah 3 sel. Sehingga dapat di ketahui antrian BCA-PLN dalam kondisi lancar adalah sebagai berikut.

Tabel 4.18 Data Antrian Real BCA-PLN (Lancar)

Panjang setiap sel (meter)	Sel terisis	Panjang antrian (meter)
22	3	66

Jadi, panjang antrian real pada BCA-PLN dalam kondisi lanacar adalah 66 meter

BCA-PLN (Macet)

Tabel 4.20 BCA-PLN (Macet)

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel- 1	Sel- 2	Sel- 3	Sel- 4	Sel- 5	Sel- 6	Sel- 7	Sel- 8	Q keluar
0	0										
3	1		4				11			10	
6	2		3				8			6	
9	3		1				10			7	
12	4		1				9			8	
15	5		1				7			8	
18	6		1				4			10	
21	7		1				5			12	
24	8		2				4			12	
27	9		0				4			12	
30	10		1				4			10	
33	11		1				6			10	
36	12		0				4			10	
39	13		1				6			11	
42	14		2				8			12	
45	15		1				6			12	
48	16		1				8			12	

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
51	17		0				8			12	
54	18		4				7			12	
57	19		4				6			12	

Data Antrian real

Dari tabel diatas di tunjukkan bahwa sel terakhir yang reisi adalah pada sel 1. Hel tersebut menunjukkan bahawan panjang antrian terakhir berada pada sel 1 dengan jumlah 8 sel. Sehingga dapat di ketahui antrian BCA-PLN dalam kondisi lancar adalah sebagai berikut.

Tabel 4.21 Data Antrian Real BCA-PLN (Macet)

Panjang setiap sel (meter)	Sel terisis	Panjang antrian (meter)
22	8	176

Jadi, panjang antrian real pada BCA-PLN dalam kondisi macet adalah 176 meter

- Ruas Jalan PLN-BCA

PLN-BCA (Lancar)

Tabel 4.23 PLN-BCA (Lancar)

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
0	0										
3	1							9	13	12	
6	2							3	8	13	
9	3							2	5	16	
12	4							4	5	17	

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
15	5							5	10	17	
18	6							4	7	19	
21	7							1	8	19	
24	8							2	9	19	
27	9							3	9	19	
30	10							3	10	19	
33	11							7	12	20	
36	12							4	12	20	
39	13							2	14	20	
42	14							4	16	19	
45	15							4	16	16	
48	16							7	16	14	
51	17							7	14	10	
54	18							10	10	10	
57	19							11	11	9	
60	20							10	14	8	
63	21							11	12	9	
66	22							8	10	11	
69	23							9	8	12	
72	24							5	6	6	
75	25							7	3	5	
78	26							7	7	4	
81	27							5	9	4	
84	28							3	7	10	
87	29							1	4	12	

Data Antrian real

Dari tabel diatas di tunjukkan bahwa sel terakhir yang reisi adalah pada sel 6. Hal tersebut menunjukkan bahawan panjang antrian terakhir berada pada sel 6 dengan jumlah 3 sel. Sehingga dapat di ketahui antrian PLN-BCA dalam kondisi lancar adalah sebagai berikut.

Tabel 4.24 Data Antrian Real PLN-BCA (Lancar)

Panjang setiap sel (meter)	Sel terisis	Panjang antrian (meter)
23	3	69

Jadi, panjang antrian real pada PLN-BCA dalam kondisi lancar adalah 69 meter

BCA-PLN (Macet)

Tabel 4.26 PLN-BCA (Macet)

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel- 1	Sel- 2	Sel- 3	Sel- 4	Sel- 5	Sel- 6	Sel- 7	Sel- 8	Q keluar
0	0										
3	1						4	6		5	
6	2						2	2		8	
9	3						4	4		11	
12	4						4	3		12	
15	5						3	4		13	
18	6						7	4		15	
21	7						5	6		15	
24	8						11	6		17	
27	9						10	9		17	
30	10						9	0		17	
33	11						10	9		17	
36	12						10	10		17	
39	13						8	11		17	
42	14						9	11		17	
45	15						8	15		14	
48	16						5	17		12	
51	17						4	21		8	
54	18						4	16		13	
57	19						5	15		12	

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
60	20						6	11		13	
63	21						2	11		14	
66	22						3	9		12	
69	23						5	7		8	
72	24						5	5		5	
75	25						4	6		7	
78	26						2	4		9	
81	27						4	2		8	
84	28						1	4		4	
87	29						5	3		7	

Data Antrian real

Dari tabel diatas di tunjukkan bahwa sel terakhir yang reisi adalah pada sel 5. Hel tersebut menunjukkan bahawan panjang antrian terakhir berada pada sel 5 dengan jumlah 4 sel. Sehingga dapat di ketahui antrian PLN-BCA dalam kondisi Macet adalah sebagai berikut.

Tabel 4.27 Data Antrian Real PLN-BCA (Macet)

Panjang setiap sel (meter)	Sel terisis	Panjang antrian (meter)
23	4	92

Jadi, panjang antrian real pada PLN-BCA dalam kondisi Macet adalah 92 meter

4.2.3.2. Antrian dan Tundaan Metode CTM

a. Ruas Jalan BCA-PLN

Antrian dan Tundaan di tinjau pada ruas jalan BCA-PLN dalam dua kondisi lalulintas. Yaitu, dalam kondisi Lancar (normal) dan Macet (tidak normal). Adapun data Atrian dan Tundaan pada ruas jalan BCA-PLN adalah sebagai berikut.

- **BCA-PLN dalam kondisi Lancar**

- Data Antrian BCA-PLN (*Lancar*)

Tabel 4.29 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Lancar

	Q		3	3	3	3	3	3	3	3	
	N	999	7	7	7	7	7	7	7	7	
Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Qkeluar
360	120	2	2	2	2	2	1	2	7	4	3
363	121	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3
366	122	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3
369	123	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3
372	124	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3
375	125	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
378	126	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
381	127	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
384	128	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
387	129	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
390	130	0	0	2	2	2	2	2	2	2	3
393	131	1	0	0	2	2	2	2	2	3	1
396	132	0	1	0	0	2	2	2	2	5	0
399	133	0	0	1	0	0	2	2	2	7	0
402	134	1	0	0	1	0	0	2	4	7	0
405	135	0	1	0	0	1	0	0	6	7	0
408	136	0	0	1	0	0	1	0	6	7	0
411	137	1	0	0	1	0	0	1	6	7	0
414	138	0	1	0	0	1	0	0	7	7	0
417	139	0	0	1	0	0	1	0	7	7	0
420	140	1	0	0	1	0	0	1	7	7	0
423	141	0	1	0	0	1	0	1	7	7	0
426	142	0	0	1	0	0	1	1	7	7	0
429	143	1	0	0	1	0	0	2	7	7	0
432	144	0	1	0	0	1	0	2	7	7	0
435	145	0	0	1	0	0	1	2	7	7	0
438	146	1	0	0	1	0	0	3	7	7	0

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
441	147	2	1	0	0	1	0	3	7	7	0
444	148	2	2	1	0	0	1	3	7	7	0
447	149	2	2	2	1	0	0	4	7	7	0
450	150	2	2	2	2	1	0	4	7	4	3
453	151	2	2	2	2	2	1	4	4	4	3
456	152	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3
459	153	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3
462	154	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3
465	155	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
468	156	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
471	157	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
474	158	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
477	159	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
480	160	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
483	161	0	0	2	2	2	2	2	2	3	1

Data antrian maksimum adalah panjang antrian maksimum yang dimana sel telah terisi penuh dan berada dalam satu *clock tick* oleh kendaraan. Dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.30 Data Antrian CTM BCA-PLN (Lancar)

kondisi jalan	Periode (detik)	Q		jumlah sel antrian	panjang sell	Panjang Antrian (meter)
		q masuk	q keluar			
Normal	447	2	3	3	22	66

- Data Tundaan BCA-PLN (*Lancar*):

Tabel 4.31 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Lancar

		Q		3	3	3	3	3	3	3	3	
		N	999	7	7	7	7	7	7	7	7	
Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar	
360	120	2	2	2	2	2	1	2	7	4	3	
363	121	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	
366	122	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	
369	123	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	
372	124	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	
375	125	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	
378	126	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
381	127	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
384	128	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
387	129	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
390	130	0	0	2	2	2	2	2	2	2	3	
393	131	1	0	0	2	2	2	2	2	3	1	
396	132	0	1	0	0	2	2	2	2	5	0	
399	133	0	0	1	0	0	2	2	2	7	0	
402	134	1	0	0	1	0	0	2	4	7	0	
405	135	0	1	0	0	1	0	0	6	7	0	
408	136	0	0	1	0	0	1	0	6	7	0	
411	137	1	0	0	1	0	0	1	6	7	0	
414	138	0	1	0	0	1	0	0	7	7	0	
417	139	0	0	1	0	0	1	0	7	7	0	
420	140	1	0	0	1	0	0	1	7	7	0	
423	141	0	1	0	0	1	0	1	7	7	0	
426	142	0	0	1	0	0	1	1	7	7	0	
429	143	1	0	0	1	0	0	2	7	7	0	
432	144	0	1	0	0	1	0	2	7	7	0	
435	145	0	0	1	0	0	1	2	7	7	0	
438	146	1	0	0	1	0	0	3	7	7	0	
441	147	2	1	0	0	1	0	3	7	7	0	
444	148	2	2	1	0	0	1	3	7	7	0	

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
447	149	2	2	2	1	0	0	4	7	7	0
450	150	2	2	2	2	1	0	4	7	4	3
453	151	2	2	2	2	2	1	4	4	4	3
456	152	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3
459	153	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3
462	154	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3
465	155	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
468	156	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
471	157	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
474	158	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
477	159	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
480	160	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
483	161	0	0	2	2	2	2	2	2	3	1

Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat. Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat

Tabel 4.32 Data Tundaan CTM BCA-PLN (Lancar)

kondisi jalan	Periode (detik)	Detik	SMP	Tundaan (<i>Smp.Detik</i>)	Jumlah smp	Rata-rata Tundaan (smp.detik)
Normal	396-450	3	269	807	18	44.83

○ **BCA-PLN dalam Kondisi Macet**

- Data Antrian maksimum BCA-PLN (Macet)

Tabel 4.33 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Macet

	Q		3	3	3	3	3	3	3	3	
Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
720	240	3	5	7	7	7	7	7	7	4	3
723	241	3	7	7	7	7	7	7	4	4	3
726	242	3	7	7	7	7	7	4	4	4	3
729	243	3	7	7	7	7	4	4	4	4	3
732	244	3	7	7	7	4	4	4	4	4	3
735	245	3	7	7	4	4	4	4	4	4	3
738	246	3	7	4	4	4	4	4	4	4	3
741	247	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
744	248	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
747	249	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
750	250	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
753	251	3	4	4	4	4	4	4	4	6	1
756	252	2	4	4	4	4	4	4	6	7	0
759	253	1	3	4	4	4	4	6	7	7	0
762	254	1	1	4	4	4	6	7	7	7	0
765	255	1	1	2	4	6	7	7	7	7	0
768	256	1	1	1	5	7	7	7	7	7	0
771	257	1	1	1	6	7	7	7	7	7	0
774	258	1	1	1	7	7	7	7	7	7	0
777	259	1	1	2	7	7	7	7	7	7	0
780	260	1	1	3	7	7	7	7	7	7	0
783	261	1	1	4	7	7	7	7	7	7	0
786	262	1	1	5	7	7	7	7	7	7	0
789	263	1	1	6	7	7	7	7	7	7	0
792	264	1	1	7	7	7	7	7	7	7	0
795	265	1	2	7	7	7	7	7	7	7	0
798	266	1	3	7	7	7	7	7	7	7	0
801	267	1	4	7	7	7	7	7	7	7	0
804	268	1	5	7	7	7	7	7	7	7	0

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
807	269	1	6	7	7	7	7	7	7	7	0
810	270	1	7	7	7	7	7	7	7	4	3
813	271	3	7	7	7	7	7	7	4	4	3
816	272	3	7	7	7	7	7	4	4	4	3
819	273	3	7	7	7	7	4	4	4	4	3
822	274	3	7	7	7	4	4	4	4	4	3
825	275	3	7	7	4	4	4	4	4	4	3
828	276	3	7	4	4	4	4	4	4	4	3
831	277	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
834	278	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
837	279	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
840	280	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
843	281	3	4	4	4	4	4	4	4	6	1

Data antrian maksimum adalah panjang antrian maksimum yang dimana sel telah terisi penuh (7 smp) dan berada dalam satu *clock tick* oleh kendaraan. Dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.34 Data Antrian CTM BCA-PLN (Macet)

kondisi jalan	Periode (detik)	Q		jumlah sel antrian	panjang sell	Panjang Antrian (meter)
		q masuk	q keluar			
Macet	894-897	3	3	8	22	176

Berdasarkan perhitungan didapatkan panjang antrian sebesar 176 m. Dikarenakan perhitungan sebelumnya digunakan pembulatan ke bawah sehingga tidak memperoleh panjang antrian yang sama pada panjang ruas yang di tinjau.

- Data Tundaan BCA-PLN (Macet):

Tabel 4.35 Pemodelan CTM BCA-PLN kondisi Macet

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
720	240	3	5	7	7	7	7	7	7	4	3
723	241	3	7	7	7	7	7	7	4	4	3
726	242	3	7	7	7	7	7	4	4	4	3
729	243	3	7	7	7	7	4	4	4	4	3
732	244	3	7	7	7	4	4	4	4	4	3
735	245	3	7	7	4	4	4	4	4	4	3
738	246	3	7	4	4	4	4	4	4	4	3
741	247	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
744	248	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
747	249	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
750	250	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
753	251	3	4	4	4	4	4	4	4	6	1
756	252	2	4	4	4	4	4	4	6	7	0
759	253	1	3	4	4	4	4	6	7	7	0
762	254	1	1	4	4	4	6	7	7	7	0
765	255	1	1	2	4	6	7	7	7	7	0
768	256	1	1	1	5	7	7	7	7	7	0
771	257	1	1	1	6	7	7	7	7	7	0
774	258	1	1	1	7	7	7	7	7	7	0
777	259	1	1	2	7	7	7	7	7	7	0
780	260	1	1	3	7	7	7	7	7	7	0
783	261	1	1	4	7	7	7	7	7	7	0
786	262	1	1	5	7	7	7	7	7	7	0
789	263	1	1	6	7	7	7	7	7	7	0
792	264	1	1	7	7	7	7	7	7	7	0
795	265	1	2	7	7	7	7	7	7	7	0
798	266	1	3	7	7	7	7	7	7	7	0
801	267	1	4	7	7	7	7	7	7	7	0
804	268	1	5	7	7	7	7	7	7	7	0
807	269	1	6	7	7	7	7	7	7	7	0

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
810	270	1	7	7	7	7	7	7	7	4	3
813	271	3	7	7	7	7	7	7	4	4	3
816	272	3	7	7	7	7	7	4	4	4	3
819	273	3	7	7	7	7	4	4	4	4	3
822	274	3	7	7	7	4	4	4	4	4	3
825	275	3	7	7	4	4	4	4	4	4	3
828	276	3	7	4	4	4	4	4	4	4	3
831	277	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
834	278	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
837	279	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
840	280	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
843	281	3	4	4	4	4	4	4	4	6	1

Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat. Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat

Tabel 4.36 Data Tundaan CTM BCA-PLN (Macet)

kondisi jalan	Periode (detik)	Detik	SMP	Tundaan (Smp.Detik)	Jumlah smp	Rata-rata Tundaan (smp.detik)
Macet	756-828	3	963	2889	55	52,52

b. Ruas Jalan PLN-BCA

Antrian dan Tundaan di tinjau pada ruas jalan PLN-BCA dalam dua kondisi lalulintas. Yaitu, dalam kondisi Lancar (normal) dan Macet (tidak normal). Adapun data Antrian dan Tundaan pada ruas jalan PLN-BCA adalah sebagai berikut.

- **PLN-BCA dalam kondisi Lancar**
 - Data Antrian maksimum PLN-BCA (*Lancar*)

Tabel 4.37 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Lancar

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
0	0										3
3	1	1	1	2	3	3	2	3	3	2	3
6	2	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3
9	3	1	2	1	1	2	3	3	2	3	3
12	4	2	1	2	1	1	2	3	3	2	3
15	5	0	2	1	2	1	1	2	3	3	3
18	6	1	0	2	1	2	1	1	2	3	3
21	7	0	1	0	2	1	2	1	1	2	3
24	8	1	0	1	0	2	1	2	1	1	3
27	9	0	1	0	1	0	2	1	2	1	3
30	10	1	0	1	0	1	0	2	1	2	3
33	11	0	1	0	1	0	1	0	2	3	0
36	12	1	0	1	0	1	0	1	0	5	0
39	13	0	1	0	1	0	1	0	1	5	0
42	14	1	0	1	0	1	0	1	0	6	0
45	15	0	1	0	1	0	1	0	1	6	0
48	16	1	0	1	0	1	0	1	0	7	0
51	17	0	1	0	1	0	1	0	1	7	0
54	18	1	0	1	0	1	0	1	1	7	0
57	19	0	1	0	1	0	1	0	2	7	0
60	20	1	0	1	0	1	0	1	2	7	0
63	21	0	1	0	1	0	1	0	3	7	0
66	22	1	0	1	0	1	0	1	3	7	0
69	23	1	1	0	1	0	1	0	4	7	0
72	24	0	1	1	0	1	0	1	4	7	0
75	25	1	0	1	1	0	1	0	5	7	0
78	26	0	1	0	1	1	0	1	5	7	0
81	27	1	0	1	0	1	1	0	6	7	0
84	28	0	1	0	1	0	1	1	6	7	0

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
87	29	1	0	1	0	1	0	1	7	7	0
90	30	1	1	0	1	0	1	1	7	4	3
93	31	2	1	1	0	1	0	2	4	4	3
96	32	1	2	1	1	0	1	0	3	4	3
99	33	2	1	2	1	1	0	1	0	4	3
102	34	1	2	1	2	1	1	0	1	1	3
105	35	1	1	2	1	2	1	1	0	1	3
108	36	0	1	1	2	1	2	1	1	0	3
111	37	1	0	1	1	2	1	2	1	1	3
114	38	0	1	0	1	1	2	1	2	1	3
117	39	1	0	1	0	1	1	2	1	2	3
120	40	0	1	0	1	0	1	1	2	1	3
123	41	1	0	1	0	1	0	1	1	3	0

Data antrian maksimum adalah panjang antiran maksimum yang dimana sel telah terisi penuh (7 smp) dan berada dalam satu *clock tick* oleh kendaraan. Dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.38 Data Antrian CTM PLN-BCA (Lancar)

kondisi jalan	Periode (detik)	Q		jumlah sel atrian	panjang sell	Panjang Antrian (meter)
		q masuk	q keluar			
Normal	87	3	3	3	23	69

- Data Tundaan PLN-BCA (Lancar):

Tabel 4.39 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Lancar

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
0	0										3
3	1	1	1	2	3	3	2	3	3	2	3
6	2	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3
9	3	1	2	1	1	2	3	3	2	3	3
12	4	2	1	2	1	1	2	3	3	2	3
15	5	0	2	1	2	1	1	2	3	3	3
18	6	1	0	2	1	2	1	1	2	3	3
21	7	0	1	0	2	1	2	1	1	2	3
24	8	1	0	1	0	2	1	2	1	1	3
27	9	0	1	0	1	0	2	1	2	1	3
30	10	1	0	1	0	1	0	2	1	2	3
33	11	0	1	0	1	0	1	0	2	3	0
36	12	1	0	1	0	1	0	1	0	5	0
39	13	0	1	0	1	0	1	0	1	5	0
42	14	1	0	1	0	1	0	1	0	6	0
45	15	0	1	0	1	0	1	0	1	6	0
48	16	1	0	1	0	1	0	1	0	7	0
51	17	0	1	0	1	0	1	0	1	7	0
54	18	1	0	1	0	1	0	1	1	7	0
57	19	0	1	0	1	0	1	0	2	7	0
60	20	1	0	1	0	1	0	1	2	7	0
63	21	0	1	0	1	0	1	0	3	7	0
66	22	1	0	1	0	1	0	1	3	7	0
69	23	1	1	0	1	0	1	0	4	7	0
72	24	0	1	1	0	1	0	1	4	7	0
75	25	1	0	1	1	0	1	0	5	7	0
78	26	0	1	0	1	1	0	1	5	7	0
81	27	1	0	1	0	1	1	0	6	7	0
84	28	0	1	0	1	0	1	1	6	7	0
87	29	1	0	1	0	1	0	1	7	7	0

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
90	30	1	1	0	1	0	1	1	7	4	3
93	31	2	1	1	0	1	0	2	4	4	3
96	32	1	2	1	1	0	1	0	3	4	3
99	33	2	1	2	1	1	0	1	0	4	3
102	34	1	2	1	2	1	1	0	1	1	3
105	35	1	1	2	1	2	1	1	0	1	3
108	36	0	1	1	2	1	2	1	1	0	3
111	37	1	0	1	1	2	1	2	1	1	3
114	38	0	1	0	1	1	2	1	2	1	3
117	39	1	0	1	0	1	1	2	1	2	3
120	40	0	1	0	1	0	1	1	2	1	3
123	41	1	0	1	0	1	0	1	1	3	0

Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat. Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat

Tabel 4.40 Data Tundaan CTM PLN-BCA (Lancar)

kondisi jalan	Periode (detik)	Detik	SMP	Tundaan (Smp.Detik)	Jumlah smp	Rata-rata Tundaan (smp.detik)
Lancar	36-90	3	182	546	15	36.4

○ **PLN-BCA dalam Kondisi Macet**

- Data Antrian maksimum PLN-BCA (*Macet*)

Tabel 4.41 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Macet

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
0	1										3
3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
6	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3
9	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
12	5	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
15	6	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3
18	7	1	1	3	3	3	3	3	2	3	3
21	8	1	1	1	3	3	3	3	3	2	3
24	9	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
27	10	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
30	11	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
33	12	1	1	1	1	1	1	1	3	6	0
36	13	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1
39	14	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1
42	15	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1
45	16	1	1	1	1	1	1	1	3	7	0
48	17	1	1	1	1	1	1	1	4	7	0
51	18	1	1	1	1	1	1	1	5	7	0
54	19	1	1	1	1	1	1	1	6	7	0
57	20	1	1	1	1	1	1	1	7	7	0
60	21	1	1	1	1	1	1	2	7	7	0
63	22	1	1	1	1	1	1	3	7	7	0
66	23	1	1	1	1	1	1	4	7	7	0
69	24	1	1	1	1	1	1	5	7	7	0
72	25	1	1	1	1	1	1	6	7	7	0
75	26	1	1	1	1	1	1	7	7	7	0
78	27	1	1	1	1	1	2	7	7	7	0
81	28	1	1	1	1	1	3	7	7	7	0
84	29	1	1	1	1	1	4	7	7	7	0

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
87	30	1	1	1	1	1	5	7	7	7	0
90	31	3	1	1	1	1	6	7	7	4	3
93	32	3	3	1	1	1	7	7	4	4	3
96	33	3	3	3	1	2	7	4	4	4	3
99	34	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3
102	35	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3
105	36	1	3	3	3	3	4	4	4	4	3
108	37	1	1	3	3	3	4	4	4	4	3
111	38	1	1	1	3	3	4	4	4	4	3
114	39	1	1	1	1	3	4	4	4	4	3
117	40	1	1	1	1	1	4	4	4	4	3
120	41	1	1	1	1	1	2	4	4	4	3
123	42	1	1	1	1	1	1	3	4	7	0

Data antrian maksimum adalah panjang antiran maksimum yang dimana sel telah terisi penuh (7 smp) dan berada dalam satu *clock tick* oleh kendaraan. Dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.42 Data Antrian CTM PLN-BCA (Macet)

kondisi jalan	Periode (detik)	Q		jumlah sel antrian	panjang sell	Panjang Antrian (meter)
		q masuk	q keluar			
Macet	87	3	2	4	23	92

- Data Tundaan PLN-BCA (Macet):

Tabel 4.43 Pemodelan CTM PLN-BCA kondisi Macet

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
0	1										3
3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
6	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3
9	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
12	5	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
15	6	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3
18	7	1	1	3	3	3	3	3	2	3	3
21	8	1	1	1	3	3	3	3	3	2	3
24	9	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
27	10	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
30	11	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
33	12	1	1	1	1	1	1	1	3	6	0
36	13	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1
39	14	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1
42	15	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1
45	16	1	1	1	1	1	1	1	3	7	0
48	17	1	1	1	1	1	1	1	4	7	0
51	18	1	1	1	1	1	1	1	5	7	0
54	19	1	1	1	1	1	1	1	6	7	0
57	20	1	1	1	1	1	1	1	7	7	0
60	21	1	1	1	1	1	1	2	7	7	0
63	22	1	1	1	1	1	1	3	7	7	0
66	23	1	1	1	1	1	1	4	7	7	0
69	24	1	1	1	1	1	1	5	7	7	0
72	25	1	1	1	1	1	1	6	7	7	0
75	26	1	1	1	1	1	1	7	7	7	0
78	27	1	1	1	1	1	2	7	7	7	0
81	28	1	1	1	1	1	3	7	7	7	0
84	29	1	1	1	1	1	4	7	7	7	0
87	30	1	1	1	1	1	5	7	7	7	0
90	31	3	1	1	1	1	6	7	7	4	3

Waktu (s)	clock tick	Q masuk	Sel-1	Sel-2	Sel-3	Sel-4	Sel-5	Sel-6	Sel-7	Sel-8	Q keluar
93	32	3	3	1	1	1	7	7	4	4	3
96	33	3	3	3	1	2	7	4	4	4	3
99	34	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3
102	35	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3
105	36	1	3	3	3	3	4	4	4	4	3
108	37	1	1	3	3	3	4	4	4	4	3
111	38	1	1	1	3	3	4	4	4	4	3
114	39	1	1	1	1	3	4	4	4	4	3
117	40	1	1	1	1	1	4	4	4	4	3
120	41	1	1	1	1	1	2	4	4	4	3
123	42	1	1	1	1	1	1	3	4	7	0

Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat. Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari suatu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat

Tabel 4.44 Data Tundaan CTM PLN-BCA (Macet)

kondisi jalan	Periode (detik)	Detik	SMP	Tundaan (Smp.Detik)	Jumlah smp	Rata-rata Tundaan (smp.detik)
Macet	36-96	3	333	1002	26	38.53

4.2.3.3. Antrian dan Tundaan Metode MKJI 1997

Dalam menganalisa data perhitungan hasil CTM, akan menggunakan metode perhitungan yang terdapat pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006. Hasil analisa yang

didapatkan akan dievaluasi dan dibandingkan antara analisa lapangan dan Analisa dengan menggunakan metode CTM.

Pada tahap ini telah di peroleh data Arus Lalu Lintas (Q) melalui data pemodelan CTM sehingga dapat masuk pada pengisian formulir SIG-II

Contoh perhitungan mencari P_{LT} dan P_{RT} untuk pengisian formulir SIG-II.
Perhitungan arus kendaraan pada kaki simpang Jl. Raya Karanglo, Senin 22 Februari 2016 pada jam puncak pagi hari .

- Arus kendaraan Belok Kiri :
 - a. Sepeda Motor : 500 smp/jam = 2500 kend/jam
 - b. Kendaraan Ringan : 291 smp/jam = 292 kend/jam
 - c. Kendaraan Berat : 42.9smp/jam = 33 kend/jam
 - d. Jumlah : 834.9 smp/jam = 2825 kend/jam
- Arus kendaraan Lurus
 - a. Sepeda Motor : 333 smp/jam = 1665 kend/jam
 - b. Kendaraan Ringan : 195 smp/jam = 195 kend/jam
 - c. Kendaraan Berat : 28,6 smp/jam = 22 kend/jam
 - d. Jumlah : 556.6 smp/jam = 1882 kend/jam
- Total Arus Kendaraan smp/jam
 - a. Sepeda Motor : 500 + 333 = 833
 - b. Kendaraan Ringan : 195 + 291 = 487

$$\text{c. Kendaraan Berat} : 28.6 + 42.9 = 71.5$$

$$\text{d. Jumlah} = 1391.5 \text{ smp/jam}$$

➤ Total Arus Kendaraan Kend/jam

$$\text{a. Sepeda Motor} : 1665 + 2500 = 4165$$

$$\text{b. Kendaraan Ringan} : 195 + 291 = 487$$

$$\text{c. Kendaraan Berat} : 22 + 33 = 55$$

$$\text{d. Jumlah} = 4707 \text{ Kend/jam}$$

Untuk menghitung Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) maka, digunakan rumus

$$P_{LT} = \frac{LT \text{ (kend/jam)}}{\text{Total (kend/jam)}} \quad \text{dimana :}$$

P_{LT} : Rasio kendaraan belok kiri (kend/jam)

LT : Arus kendaraan belok kiri (kend/jam)

Total : Total arus kendaraan per lengan simpang (kend/jam)

➤ Rasio Kendaraan Belok Kiri :

$$P_{LT} = 556.6 / 1391.5 = 0.4$$

Melalui data di atas telah di peroleh Arus Lalu lintas (Q) sehingga dapat di masukkan pada SIG IV dan di lanjutkan pada Langkah E (SIG V) untuk memeproleh panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan.

➤ **Langkah Menentukan Kinerja Simpang Bersinyal**

❖ **Panjang Antrian .**

Untuk $DS < 0,5$: $NQ1 = 0$ jika $DS > 0,5$ $NQ1$ bisa dihitung dengan rumus

sebagai berikut:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

Dimana : $NQ1$ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

Gr = Rasio hijau

C = Kapasitas smp/jam

Untuk menentukan $NQ2$ digunakan rumus :

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana :

$NQ2$ = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

Gr = Rasio hijau

C = Kapasitas smp/jam

Q_{masuk} = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR

Antrian pada kaki simpang lengan Selatan Jalan Raya Karanglo pada jam puncak pagi :

$$\begin{aligned} NQ1 &= 0.25 \times C \times ((DS - 1) + (((DS - 1)^2 + (8 \times 7 \times (DS - 0.5)) / C)^{0.5})) \\ &= 0.25 \times 1667.8 \times ((0.83 - 1) + (((0.83 - 1)^2 + (8 \times 7 \times (0.83 - 0.5)) / 1667.8)^{0.5})) \end{aligned}$$

$$1667.8)^{0.5}))$$

$$= 3.44$$

$$\begin{aligned} NQ_2 &= 75 \times ((1-0.67) / (1-0.67 \times DS)) \times (Q / 3600) \\ &= 75 \times ((1-0.67) / (1-0.67 \times 0.83)) \times (1392 / 3600) \\ &= 21.77 \end{aligned}$$

❖ Jumlah Kendaraan Terhenti

$$\begin{aligned} NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\ &= 3.44 + 21.77 \\ &= 25.21 \text{ smp} \end{aligned}$$

❖ Perhitungan Panjang Antrian

$$QL = \frac{NQ_{\max} \times 20}{W_{\text{masuk}}} = \frac{21.7 \times 20}{2.000} = 72.58 \text{ m}$$

Untuk mencari nilai NS digunakan rumus :

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

dimana ,

C = Waktu siklus (detik)

Q = Arus Lalu Lintas (kend/detik) maka,

$$\begin{aligned} NS &= 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\ &= 0.9 \times \frac{25.21}{1392 \times 1667.8} \times 3600 \\ &= 0.78 \text{ stop/jam} \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai N_{SV} digunakan rumus:

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (kend/jam) maka,}$$

$$\begin{aligned}
 N_{sv} &= Q \times NS \\
 &= 1392 \times 0.78 \\
 &= 1089 \text{ det/kend}
 \end{aligned}$$

❖ Tundaan

Untuk mencari tundaan digunakan rumus : $DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$

dimana: DT = Tundaan lalu lintas rata –rata (det/kend)

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$A = \frac{0.5 \times (1 - gr)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

DS = derajat kejenuhan dari kolom 4

GR = Rasio hijau (q/c) dari kolom 5

$NQ1$ = jumlah kend yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dari kolom 6

C = Kapasitas (kedn/jam) dari kolom 3

$$\begin{aligned}
 DT &= 75 \times \frac{0,5 \times (1 - 0.260)^2}{(1 - 0.260 \times 0.621)} + \frac{2.154 \times 3600}{293.99} \\
 &= 16.81 \text{ detik / smp}
 \end{aligned}$$

Tundaan geometri rata-rata (DG) = $(1 - psv) \times PT \times 6 + (psv \times 4)$

$$\begin{aligned}
 DG &= (1 - 0.78) \times 0.4 \times 6 + (0.78 \times 4) \\
 &= 3.65 \text{ detk/smp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tundaan rata – rata (D)} &= DT + DG \\
 &= 16.81 + 3.65 \\
 &= 20.47 \text{ detik /smp}
 \end{aligned}$$

4.2.4 Analisa Perbandingan panjang Antrian dan Tundaan

Setiap metode-metode yang di gunakan dalam Penelitian simpang bersinyal memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Melalui penulisan ini mencoba untuk membandingkan dua metode yaitu CTM (Cell Transmission Model) dan MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) dengan data lapangan (real). Sehingga melalui dapat di ketahui antrian dan tundaan dari kedua metode tersebut yang paling mendekati dengan data di lapangan (real).

Perbandingan Metode CTM dan MKJI di lakukan pada ruas Jalan Bsuki Rahmat dimana terdapat 2 buar ruas yang berada 2 simpang. Yaitu ruas jalan BCA-PLN dan ruasn Jalan PLN-BCA yang di tinjau dalam 2 kondisi jalan yaitu pada kondisi lancar dan macet. Data perbandingan Antrian dan tundaan Pada metode CTM dan MKJI adalah sebagai berikut.

1. Antrian dan Tundaan pad Ruas Jalan BCA-PLN (lancar)

	Data Lapangan	Metode CTM	Metode MKJI
Panjang Antrian (meter)	66	66	72.58
Tundaan (det/smp)		44.83	20.47

Pada Tabel perbandingan di atas menunjukkan bahwa panjang antrian antara data lapangan (real) memiliki jumlah yang sama dengan panjang antrian pada Metode CTM yaitu sebesar 66 meter dengan tundaan sebesar 44.83 det/smp. Sedangkan pada metode MKJI memiliki selisi yang cukup jauh yaitu sebesar 72 meter dengan besar tundaan sebesar 25.45 det/smp.

2. Antrian dan Tundaan pad Ruas Jalan BCA-PLN (Macet)

	Data Lapangan	Metode CTM	Metode MKJI
Panjang Antrian (meter)	176	176	79.86
Tundaan (det/smp)		52.52	25.45

Pada Tabel perbandingan di atas menunjukkan bahwa panjang antrian antara data lapangan (real) memiliki jumlah yang sama dengan panjang antrian pada Metode CTM yaitu sebesar 176 meter dengan tundaan sebesar 52 det/smp. Sedangkan pada metode MKJI memiliki selisi yang cukup jauh yaitu sebesar 79.86 meter dengan besar tundaan sebesar 25.45 det/smp.

3. Antrian dan Tundaan pad Ruas Jalan PLN-BCA (Lancar)

	Data Lapangan	Metode CTM	Metode MKJI
Panjang Antrian (meter)	69	69	66.8
Tundaan (det/smp)		32.167	19.07

Pada Tabel perbandingan di atas menunjukkan bahwa panjang antrian antara data lapangan (real) memiliki jumlah yang sama dengan panjang antrian pada Metode CTM yaitu sebesar 68 meter dengan tundaan sebesar 32.167 det/smp. Sedangkan pada metode MKJI memiliki selisi yaitu dengan panjang antrian sebesar 66.8 meter dengan besar tundaan sebesar 19.07 det/smp.

4. Antrian dan Tundaan pad Ruas Jalan PLN-BCA (Macet)

	Data Lapangan	Metode CTM	Metode MKJI
Panjang Antrian (meter)	92	92	70.5
Tundaan (det/smp)		37.2	20.14

Pada Tabel perbandingan di atas menunjukkan bahwa panjang antrian antara data lapangan (real) memiliki jumlah yang sama dengan panjang antrian pada Metode CTM yaitu sebesar 92 meter dengan tundaan sebesar 37.2 det/smp. Sedangkan pada metode MKJI memiliki selisi yang cukup jauh yaitu sebesar 70.5 meter dengan besar tundaan sebesar 20.14 det/smp.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa yang di lakukan pada ruas jalan Basuki Rahmat diperoleh:

1. Data Eksisting (*Real*)

Kinerja Simpang Basuki rahmat pada pendekat selatan di simpang PLN memiliki panjang antrian eksisting dalam kondisi macet sejauh 176 meter dan dalam kondisi lancar sejauh 66 meter. Sedangkan pada pendekat Utara di simpang memiliki panjang antrian eksisting sdalam kondisi macet sejauh 92 meter dan dalam kondisi lancer sejauh 69 meter.

2. Metode CTM (*Cell Transmission Model*) dan MKJI

Kinerja simpang dengan menggunakan metode CTM menunjukkan data yang sama dengan data eksisting. Data panjang antrian eksiting pada tanggal 23 maret 2017pada pukul 03:00 memiliki panjang antrian yang sama dengan panjang antrian pada pemodelan CTM. Pada pendekat Selatan di simpang PLN memiliki panjang antrian pemodelan CTM dalam kondisi lancar sebesar 66 meter sama dengan panjang antrian eksisting. dengan besar tundaan yaitu 44.83 det/smp. Sedangkan dengan menggunakan metode MKJI memiliki panjang antrian yang cukup jauh selisinya sebesar 72.58 meter. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode CTM dapat memberikan keakuratan yang tinggi dengan data eksisting. Sedangkan MKJI menunjukkan adanya selisi dengan data eksiting. Bukan Cuma ke akuratan yang tinggi dapa

di terapkan pada kondisi jalan yang under satu rated sedangkan MKJI akan mengalami eror jika berada pada over satu rated.

5.2. Saran

Dalam penulisan tugas akhir yang berjudul “Analisa Kinerja Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Metode CTM (*Cell Transmission Model*) Pada Ruas jalan Basuki Rahmat”, penulis menemui beberapa permasalahan sehingga ada beberapa hal yang penulis sarankan, diantaranya :

1. Perlunya di lakukan tindak lanjut pada Jaringan simpang antara simpang BCA dengan simpang PLN.
2. Membuka jalur belok kiri langsung pada ruas jalan BCA-PLN sehingga dapat mengurangi tingginya antrian pada ruas jalan tersebut.
3. Menciptakan sebuah alat sensor kendaraan yang mampu mendeteksi antrian yang penuh sehingga dapat mengubah lampu lalu lintas yang masih hijau menjadi merah sehingga arus kendaraan tidak masuk lagi ke dalam ruas jalan yang telah penuh.
4. Untuk penelitian selanjutnya lebih matang lagi dalam waktu, mempersiapkan dan mengumpulkan data, sehingga dapat memperoleh hasil kinerja antar simpang.

DAFTAR PUSTAKA

_____. 2014. *Catatan Kuliah Teknik dan Manajemen Lalu Lintas*. Malang : ITN Malang

FSTPT International Symposium, Unila. 2015. *Pengembangan Model Optimasi Offset Sinyal Lampu Isyarat lalu lintas pada jaringan ATCS (Area Traffic Control System) berbentuk grid menggunakan Model Transmisi Sel (Cell Transmission Model)*. <http://eng.unila.ac.id/wp-content/uploads/2015/08/T035.pdf>. Diakses pada tanggal 31 Oktober 2016.

Hariato,Joni. 2013. *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal*. Medan : Departemen Teknik Sipil,Universitas Sumatera Utara.

Afrizal, Afif Dwi. _____. *Deskripsi Kemacetan Lalu Lintas Kota Malang* . Malang : Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Malang.

Wikrama, Jaya. 2011. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal* . Denpasar : Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar.

Daganzo,Carlos. _____. *The Cell Transmissio Model : Network Traffic* . California : Department of Civil Engineering and Institute of Transportation Studies.